ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

ANNEE 1982 N° 6

LE LIVAROT

THESE

POUR LE DOCTORAT VETERINAIRE
(Diplôme d'Etat)

Présentée et soutenue publiquement en 1982
devant l'Université Paul Sabatier de Toulouse

par

Dominique, Gilbert, Paul DALUZEAU
Né le 13 février 1952 à Paris (14e)

JURY DE THÈSE :

Président ..... Monsieur BOURBON
Professeur à l'Université Paul Sabatier de Toulouse

Assesseurs ..... Monsieur EECKHOUTTE
Professeur à L'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Monsieur GENEVOIS
Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547622_0015

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

ANNEE 1982 N° 6

LE LIVAROT

THESE

POUR LE DOCTORAT VETERINAIRE
(Diplôme d'Etat)

Présentée et soutenue publiquement en 1982
devant l'Université Paul Sabatier de Toulouse

par

Dominique, Gilbert, Paul DALUZEAU
Né le 13 février 1952 à Paris (14e)

JURY DE THÈSE :

Président ..... Monsieur BOURBON
Professeur à l'Université Paul Sabatier de Toulouse

Assesseurs ..... Monsieur EECKHOUTTE
Professeur à L'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Monsieur GENEVOIS
Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

Directeur	M. LAUTIE
Directeur honoraire	M. FLORIO
Professeurs honoraires	MM. BRIZARD SAURAT

PERSONNEL ENSEIGNANT

CHAIRE DE PHARMACIE ET TOXICOLOGIE

Professeur titulaire	M. GODFRAIN
Professeur sans chaire	Mme BURGAT-SACAZE

Pharmacie et Toxicologie

CHAIRE DE PHYSIQUE ET CHIMIE BIOLOGIQUES ET MEDICALES

Professeur titulaire	M. RICO
Professeur sans chaire	M. BRAUN
Maître Assistant	M. BENARD

Physique biologique et médicale
Chimie biologique et médicale
Informatique biologique et médicale

CHAIRE D'ANATOMIE DES ANIMAUX DOMESTIQUES

Professeur titulaire	M. PAVAUX
Maître Assistant	M. LIGNEREUX
Maître Assistant	M. SAUTET

Organogénèse - Tératologie
Anatomie générale - Anatomie appliquée

CHAIRE DE PHYSIOLOGIE ET THERAPEUTIQUE

Professeur titulaire	M. RUCKEBUSCH
Professeur sans chaire	M. FARGEAS
Maître Assistant Agrégé	M. TOUTAIN

Physiologie - Pharmacodynamie - Thérapeutique

CHAIRE D'HISTOLOGIE - ANATOMIE PATHOLOGIQUE

Professeur titulaire	M. VAN HAVERBEKE
Professeur sans Chaire	M. CABANIE
Maître Assistant Agrégé	M. MAGNOL

Histologie - Embryologie
Anatomie Pathologique - Clinique

CHAIRE D'HYGIENE ET INDUSTRIE DES ALIMENTS D'ORIGINE ANIMALE

Professeur titulaire	M. LABIE
Maître de Conférences	M. EECKHOUTTE
Maître Assistant Agrégé	Mme BENARD

Hygiène, Inspection, Contrôle et
Technologie des denrées alimentaires
d'origine animale - Clinique

CHAIRE DE PARASITOLOGIE ET MALADIES PARASITAIRES

Professeur titulaire	M. DORCHIES
Maître de Conférences	M. FRANC
Maître Assistant	M. DUCOS DE LAHITTE

Zoologie appliquée - Ecologie -
Parasitologie externe - Dermatologie
Parasitologie interne - Clinique

CHAIRE DE SÉMIOLOGIE ET PATHOLOGIE MEDICALE DES EQUIDES ET CARNIVORES

Professeur titulaire ..... M. LESCURE
Maître de Conférences ..... M. GUELFI
Maître-Assistant ..... REGNIER

Sémiologie et pathologie médicale des équidés et carnivores
Législation vétérinaire et Déontologie clinique

CHAIRE DE PATHOLOGIE MEDICALE DU BETAIL ET DES ANIMAUX DE BASSE-COUR

Professeur titulaire ..... M. TOURNUT
Maître de Conférences ..... M. BEZILLE
Maître Assistant ..... M. JOUGLAR

Sémiologie et Pathologie médicale du bétail et des animaux de basse-cour
Clinique - Clinique ambulatoire

CHAIRE DE PATHOLOGIE CHIRURGICALE

Professeur titulaire ..... M. CAZIEUX
Maître de Conférences ..... M. GENEVOIS
Maître Assistant ..... M. AUTEFAGE

Propédeutique et Sémiologie chirurgicale Anesthésiologie - Pathologie Chirurgicale
Radiologie - Technique chirurgicale - Traumatologie - Podologie orthopédique - Clinique

CHAIRE DE PATHOLOGIE DE LA REPRODUCTION

Professeur titulaire ..... M. FERNEY
Professeur sans chaire ..... M. ROYAL

Pathologie de l'appareil génital et de la mamelle -
Sémiologie et propédeutique - Obstétrique et pathologie du nouveau-né
Pathologie de la Reproduction - Clinique - Consultation itinérante

CHAIRE DE MALADIES CONTAGIEUSES - ZOONOSES - LEGISLATION SANITAIRE

Professeur titulaire ..... M. CHANTAL

Maître Assistant PICAVET
Epidémiologie - Maladies Contagieuses
Zoonoses - Législation sanitaire - Clinique

CHAIRE DE PATHOLOGIE GENERALE - MICROBIOLOGIE - IMMUNOLOGIE

Professeur titulaire ..... M. LAUTIE

Maître Assistant ..... M. PELLERIN

Microbiologie - Immunologie - Pathologie Générale

CHAIRE DE ZOOTECHNIE ET ECONOMIE RURALE

Professeur titulaire ..... M. QUEINNEC
Professeur sans chaire ..... DARRE
Maître Assistant ..... Mme QUEINNEC

Ethnologie - Génétique animale - Economie de l'Elevage et des Productions animales -
Extérieur - Zootechnie et économie générales Insémination artificielle -
Ethologie appliquée, Sciences, Techniques, Organisation de l'Elevage

CHAIRE D'ALIMENTATION

Professeur titulaire ..... M. FALIU
Professeur sans chaire ..... M. GRIESS

Botanique appliquée et Bromatologie - Agronomie - Alimentation

CHARGES D'ENSEIGNEMENT

MM. les Professeurs : ANGELIER, ARMENGAUD, COMBES, COMBRET, CROS, FERNET, MAZENC,

La Faculté et l'Ecole déclarent n'être pas responsable des opinions émises par les candidats (délibération de la Faculté en date du 10 mai 1891 et du Conseil de l'Ecole en date du 13 juin 1924).

A NOTRE PRESIDENT DE THESE

Monsieur le Professeur BOURBON
de l'Université Paul Sabatier de Toulouse

Qui nous a fait le très grand honneur
d'accepter la présidence
de notre Jury de Thèse.

Hommage respectueux.

A NOTRE JURY DE THESE

Monsieur le Professeur EECKHOUTTE
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Qui nous a guidé avec bienveillance
dans l'élaboration de ce travail,
Qu'il trouve ici le témoignage de
notre profonde reconnaissance.

Monsieur le Professeur GENEVOIS
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Qui a bien voulu accepter de faire
partie de notre jury de thèse,
Qu'il trouve ici l'expression de
notre reconnaissance.

A Monsieur DESFLEURS

En témoignage de ma gratitude
pour l'accueil qu'il m'a réservé
et les conseils dont il m'a fait bénéfici

A MA MERE

Faible témoignage de mon affection
et de ma reconnaissance.

A NATHALIE

A AURELIE, A ANTOINE
Qu'ils trouvent ici le témoignage
de tout mon amour.

A MES AMIS.

PLAN

INTRODUCTION

PREMIERE PARTIE : HISTORIQUE - DEFINITION - APPELLATION D'ORIGINE

I. - HISTORIQUE

II. - DEFINITION

III. - APPELLATION D'ORIGINE

A. Définition

B. Intérêts relatifs aux appellations d'origine

C. Conditions d'attribution de l'appellation d'origine des fromages

1°) Provenance

2°) Originalité et notoriété

D. Justification de l'appellation d'origine "Livarot"

E. Les textes officiels

DEUXIEME PARTIE : FABRICATION DU LIVAROT

I. - FABRICATION FERMIERE

II. - FABRICATION INDUSTRIELLE

A. Le lait

1°) Provenance

2°) Ramassage du lait

3°) Arrivée du lait à l'usine

4°) Utilisation du lait

B. Emprésurage - coagulation

1°) Définition

2°) Mécanisme de la coagulation présure

3°) Facteurs dont dépend la coagulation présure

4°) Synérèse

5°) Réalisation pratique

C. Moulage

D. Egouttage

1°) Définition

2°) Réalisation

3°) Résultats

E. Le salage

1°) Rôle du sel

2°) Réalisation

3°) Résultats

F. Affinage

1°) Définition

2°) Conditions d'affinage

3°) Réalisation pratique

a) Les hâloirs

b) L'affinage en cave

c) Emballage

4°) Agents de l'affinage

a) Les enzymes originelles du lait

b) La présure

c) La flore microbienne

5°) Les substances responsables de l'arôme du Livarot

a) Acides gras libres

b) Alcools

c) Cétones

d) Esters

e) Phénols

f) Composés soufrés

g) Hydrocarbures

h) Acides aminés et amines

TROISIEME PARTIE : PRESENTATION DU LIVAROT - COMMERCIALISATIO

I. - PRESENTATION DU LIVAROT

A. La commission de contrôle de l'appellation d'origine

B. Règlement intérieur de la commission de contrôle

II. - COMMERCIALISATION ET CONSOMMATION

QUATRIEME PARTIE : INCIDENTS ET DEFAUTS DE FABRICATION

I. - DEFAUTS DE FORME ET D'ASPECT

A. Défauts de couleur

1°) Défauts fongiques

a) Couverture insuffisante

b) Poil de chat

c) Accidents dûs aux Pénicillium colorés

d) Autres défauts fongiques

2°) Défauts bactériens

a) Rhodotorulas

b) Serratia marcescens

c) Pseudomonas fluorescens

3°) Défauts d'origine chimique

a) Tâches superficielles

b) Pâtes colorées

B. Défauts divers

1°) Face convexe

2°) Face concave

3°) Face non lisse, maladie de la graisse

a) Facteur mécanique

b) Facteur fongique

4°) Thyroglyphes

II. - DEFAUTS DE TEXTURE

A. Les gonflements

1°) Gonflements précoces

a) Les antibiotiques

- Origine de la contamination
- Conséquences technologiques
- Moyens de lutte

b) Les antiseptiques

c) Les bactériophages

d) Les coliformes

2°) Gonflements tardifs : les ferments butyriques

a) Description de l'accident

b) Clostridium Tyrobutyricum et Butyricum

c) Contamination des laits et des fromages

d) Prophylaxie

- A la ferme

- A la fromagerie

B. Anomalies de texture de la pâte

1°) Pâte sèche

2°) Pâte coulante

3°) Trous de moulage et moisissures internes

III. DEFAUTS DE GOUT

A. Trop salé - âcre

B. Piquant - putride

C. Amertume

1°) Excès de sels amers

2°) Protéolyse

a) La présure

b) Les ferments lactiques

c) Autres microorganismes

3°) Lipolyse

Conclusion

D. Goût de savon, de rance : les psychrotrophes

1°) Origine de la contamination

2°) Conditions de développement

a) La contamination initiale

b) La nature de la contamination initiale

c) La température et la vitesse de réfrigératio

3°) Activité biochimique

Conclusion

E. Goûts divers

CONCLUSION GENERALE

INTRODUCTION

Un climat privilégié, une température douce, des pluies fines et régulières, un équilibre exceptionnel : tout concourt à faire de la Normandie un paradis d'herbes fraiches toujours renouvelées.

En tête du rendement à l'hectare, l'herbage normand (1 500 000 ha) est un parfait milieu pour les 3 000 000 de têtes qu'il nourrit.

Justement célèbre, le lait qu'on y collecte (5 milliards 320 millions de litres en 1975), est le plus riche de France en matière grasse, protides, vitamines et matières minérales. Il existe des crus de lait comme il existe des crus de vin. De cette collaboration inespérée entre le cheptel et son environnement, ne pouvait naitre que des fromages remarquables.

Dans la trilogie des trois plus réputés de Normandie : le Camembert, le Pont l'Evêque et le Livarot, le dernier n'est pas le moindre. C'est même peut-être le plus original.

En raison du respect des traditions qui concourent toujours à la fabrication de ce fromage et au maintien de sa qualité, mais aussi en raison du caractère spécifique de son terroir laitier, un décret du 17 Décembre 1975 lui accorde le privilège de l'appellation d'origine et de la délimitation de sa zone de production.

PREMIERE PARTIE

HISTORIQUE - DEFINITION - APPELLATION D'ORIGINE

I. - HISTORIQUE (41) (8) (30)

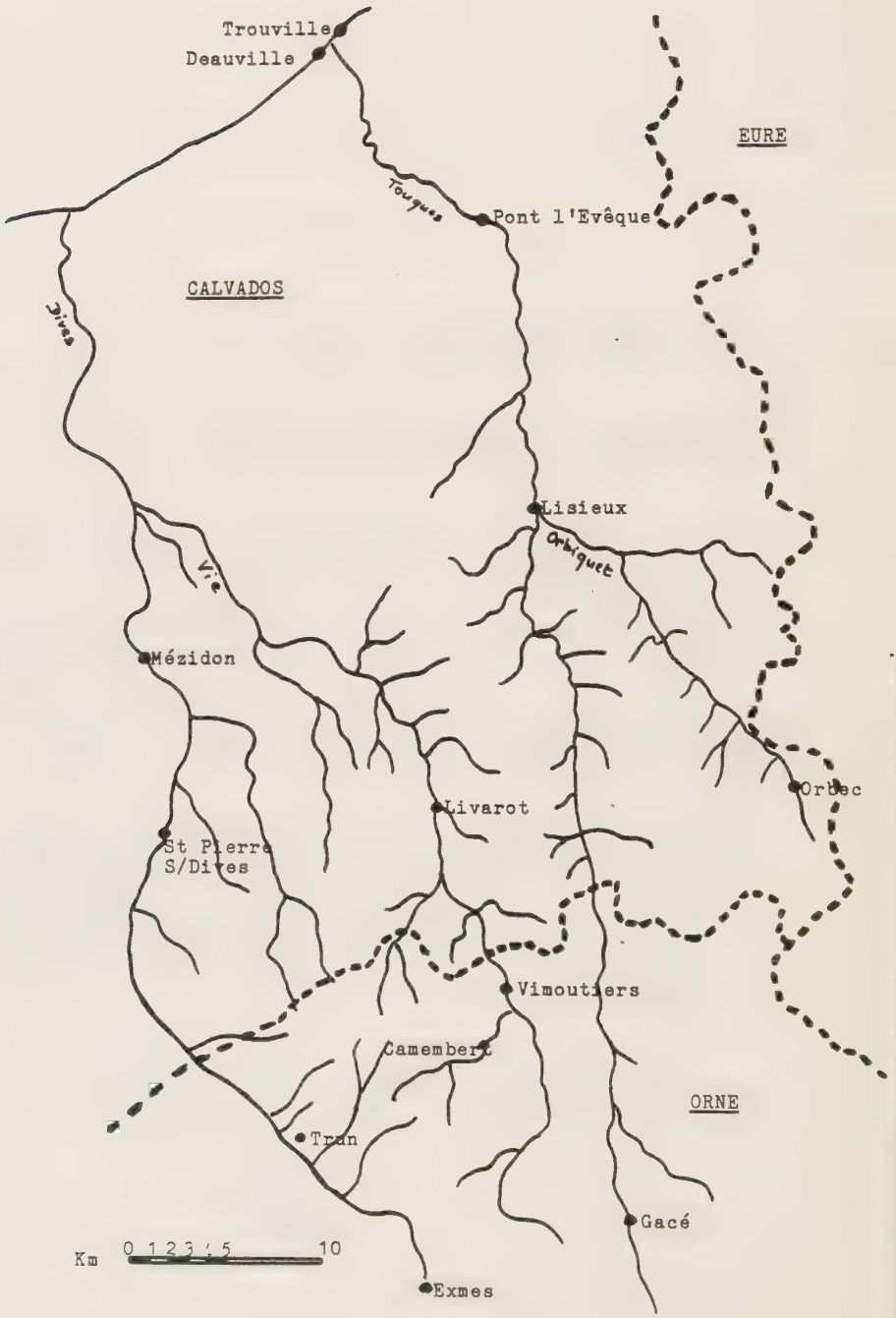
Ce fromage tire son nom du bourg de Livarot situé dans le Calvados, à 18 km de Lisieux sur l'axe qui traverse le pays d'Auge d'Est en Ouest.

Nous ne savons à quelle époque remonte l'origine de ce fromage ; toutefois nous la considérons comme postérieure à celle du Pont l'Evêque (1588 - Charles de BOURGUEVILLE).

Il est fait mention du Livarot dans les fonds du baillage de Caen, dès 1690 : "Le mercredy dernier jour de may 1690, devant Monsieur de MOUSTIER, lieutenant général ... ... pour voire dire qu'ils seront payés du traizièsme d'une partie de 80 livres de rente foncière et de deux douzaines de Livarots, pour héritage fièffé par ledit FAUVEL au nommé LE BONNET".

Dans son dictionnaire universel géographique et historique THOMAS CORNEILLE fait mention du Livarot en 1702 : "Livarot : gros bourg de la haute Normandie dans le diocefe de Lifieux. Il eft à quatre lieuës de la ville de ce nom, à deux de Vimouftier, & à une de Montgommery. Son territoire confifte principalement en gras pâturages, et on y nourrit quantité de boeufs. On y tient un gros marché tous les Jeudis et l'on y vend d'excellens fromages nommez Livarots".

Avec le XIX° siècle, le Livarot voit son plein essor. L'étude des brochures de M. J. MORIERE sur l'industrie fromagère dans le Calvados, de 1866 à 1877, fournit des renseignements intéressants : entre ces deux



SITUATION DU PAYS D'AUGE

dates, la fabrication a doublé, atteignant 4 500 000 pièces en 1877. C'est alors le fromage le plus fabriqué en Normandie et le plus consommé.

Fromage de Livarot.....	4 491 840
Fromage de Camembert.....	2 000 000
Fromage de Pont l'Evêque.....	1 763 220
Fromage de Mignot.....	100 000

Bon marché, il est fabriqué exclusivement par des fermiers avec leurs excédents de lait partiellement écrémé, le Livarot séduit par son originalité gustative et sa valeur nutritive. C'est ainsi que les chroniqueurs de l'époque, frappés de son succès, l'ont alors baptisé : "la viande de l'ouvrier, le premier aliment que le malheureux ajoute à sont morceau de pain."

A cette époque, et jusqu'à la seconde guerre mondiale, les phases de la fabrication et de l'affinage étaient prises en charge par des personnes différentes et dans des locaux distincts. L'emprésurage du lait, la mise en moule du caillé et son égouttage avaient lieu exclusivement à la ferme. Au bout de 8 jours, le Livarot blanc fabriqué par les fermiers était vendu sur les marchés aux caveurs-affineurs qui en surveillaient la maturation.

Les principaux marchés de vente étaient, en 1877 ceux de Livarot, de Saint-Pierre-sur-Dives, de Vimoutiers et de Lisieux. Dans le canton de Livarot, et dans celui de Saint-Pierre-sur-Dives, il y a au moins 200 caveurs qui peuvent acheter, en moyenne, de 200 à 300 douzaines de fromages de Livarot par année.

Comme nous l'avons vu plus haut, la fabrication de ce fromage aboutit à l'obtention d'un produit maigre, puisque au 19ème siècle, le Livarot avait une teneur en MG de l'ordre de 10 à 15 %.

Cette caractéristique permet d'expliquer que ces fromages se tenaient mal. Aussi, le laîchage qui consistait à l'entourer sur tranche avec 5 feuilles de laîche (feuille du Typha latifolia, que l'on fait déssecher et que les femmes, habituées à ce travail, divisent en lanières très minces et très nettes avec une dextérité

remarquable) et l'empêchait de s'affaisser. De ces cinq laîches qui rappelent les cinq galons des colonels naquit le surnom de "Colonel" attribué au Livarot.

Mais bientôt, sous l'action conjuguée du législateur et des organisations syndicales et professionnelles, la teneur en matière grasse des fromages s'élève :

- 25 % avant 1939
- 30 % pendant la guerre.

Parallèlement, la taille du Livarot est modifiée. A la fin du siècle dernier, et en particulier dans la région de Gacé (Orne), on fabriquait le Livarot dans des moules hauts et de diamètre supérieur au diamètre actuel : on obtenait un cyclindre de fromage blanc que l'affineur découpait en tranches de la hauteur qui lui convenait.

Au début du siècle, les dimensions étaient de 17 cm de diamètre et 8 cm de hauteur. Ces fromages de grande taille nécessitaient un affinage prolongé de 5 à 6 mois.

Un bilan, effectué en 1944, indique que 350 producteurs fermiers environ le fabriquaient. Il était vendu le lundi sur le marché de Vimoutiers et le jeudi sur celui de Livarot et affiné dans 23 usines (7 dans l'Orne et 16 dans le Calvados).

Après la seconde guerre mondiale survient un changement radical dans la répartition des taches de fabrication. Si la fabrication fermière subsiste, on peut la qualifier de marginale. L'industrialisation a été prise en main par les anciens affineurs ou par leurs successeurs.

Au terme de cette évolution, le Livarot est devenu maintenant un fromage plus petit, plus gras (40 %), plus doux et qui se tient bien. Si le laîchage n'est plus nécessaire comme autrefois, il n'en constitue pas moins un élément original, vestige de la fabrication traditionnelle du "Colonel".

Malgré sa saveur plus douce et sa teneur en matière grasse plus élevée, l'évolution du pouvoir d'achat des consommateurs lui a fait perdre une partie de sa grande popularité du siècle dernier. Il reste par son origine et par le respect des traditions, un produit apprécié des connaisseurs.

II. - DEFINITION

Légalement, le Livarot est défini par l'article 2 du décret du 17 Décembre 1975, relatif à l'appellation d'origine de ce fromage (J. O. du 3 Janvier 1976).

"Le fromage bénéficiant de l'appellation d'origine Livarot est un fromage de forme cylindrique fabriqué exclusivement avec du lait de vache emprésuré, à caillé divisé malaxé, à égouttage forcé, à pâte molle ni cuite ni pressée, légèrement salée, affiné, à croûte rougeâtre, généralement cerclé par trois à cinq lanières et contenant au minimum 40 grammes de matière grasse pour 100 grammes de fromage après complète dessication.

Ce fromage est affiné pendant trois semaines au minimum dans l'aire géographique délimitée. Il se présente sous les formats suivants caractérisés par la dimension intérieure minimum des moules utilisés et le minimum de matière sèche par unité, à savoir :

- le Livarot, dont le diamètre intérieur minimum du moule est de 120 mm et le poids minimum de matière sèche de 230 grammes ;

- Le trois-quarts de Livarot, dont le diamètre intérieur minimum du moule est de 106 mm et le poids minimum de matière sèche de 135 grammes ;

- Le petit Livarot, dont le diamètre intérieur minimum du moule est de 90 mm et le poids minimum de matière sèche de 120 grammes ;

- Le quart de Livarot, dont le diamètre intérieur minimum du moule est de 70 mm et le poids minimum de matière sèche de 60 grammes."

III. - APPELLATION D'ORIGINE

A. - Définition :

La loi du 6 Juillet 1966 apporte une définition officielle à ce terme d'appellation d'origine :

"Constitue une appellation d'origine, la dénomination d'un pays, d'une région ou d'une localité servant à désigner un produit qui en est originaire et dont la qualité et les caractères sont dûs au milieu géographique comprenant les facteurs naturels et les facteurs humains."

B. - Intérêts relatifs aux appellations d'origine :

Ils visent aussi bien les producteurs que le consommateur et sont ainsi assurés :

- la protection des appellations d'origine (rôle du comité national des appellations d'origine des fromages et des syndicats professionnels) ;

- la garantie de la pureté et de l'authenticité des produits jusqu'à leur vente au consommateur (rôle de la commission de contrôle) ;

- la répression des fraudes et de la concurrence déloyale.

C. - Conditions d'attribution de l'appellation d'origine des fromages (41) :

Définies par la loi du 28 Novembre 1955, ces conditions figurent au Journal Officiel du 30 Novembre 1955 :
"Article 2. Pour avoir droit aux appellations d'origine, les fromages doivent :

1°) Provenir d'un lait produit, livré et transformé dans une aire géographique traditionnelle en vertu d'usages locaux, loyaux et constants ;

2°) Présenter une originalité propre et une notoriété évidente.

Article 3. Chaque appellation d'origine est définie par une décision du comité national des appellations d'origine des fromages. Cette décision précise l'aire géographique de production et éventuellement les conditions de fabrication et d'affinage .

Article 6. La procédure de définition d'une appellation d'origine ne peut être introduite auprès du comité national qu'à la diligence de l'organisation régionale professionnelle la plus représentative de la production du fromage considéré.

De ce texte découle la notion fondamentale de cru de lait, notion admise déjà au siècle dernier. "Il en est du beurre et du fromage, comme du vin et du cidre; le terroir ou du moins, les herbes ont une action marquée sur l'arôme et la saveur du lait et par suite sur la qualité du beurre et du fromage. "

D.- Justification de l'appellation d'origine Livarot (51) (42)

Conformément à la loi du 28 novembre 1955, le Livarot présente des qualités substantielles nécessaires à son appellation d'origine, qualités auxquelles concourent les facteurs naturels. Le pays d'Auge représente, à lui seul, un élément original dans la fabrication de ce fromage.

Constitué dans sa plus grande partie de craies masquées par une argile à silex rouge, il bénéficie d'un climat uniformément doux et humide propice à la création et à l'épanouissement des herbages. C'est ainsi que les prairies permanentes occupent 85 % de la surface agricole totale.

Implantée au sein de ce bocage augeron, la race Normande constitue un autre facteur naturel : si la Francaise Frisonne pie noire s'y rencontre, elle n'y est qu'en très faible minorité : 2,5 % en basse Normandie.

Cette race Normande est à l'origine d'un lait particulièremennt riche.

EVOLUTION DES EFFECTIFS ET DES RESULTATS
POUR LES PRINCIPALES RACES ENTRE 1970 ET 1975
(Source FNOCL - ITEB)

	1970				1975			
	Effectif contrôlé	Lait en Kg	% MG	% MA	Effectif contrôlé	Lait en kg	% MG	% MA
Française Frisonne	520 030	3724	3,64	3,15	887 586	4132	3,76	3,20
Normande	279 310	3215	4,04	3,39	365 934	3455	4,09	3,46
Montbéliarde	87 179	3843	3,58	3,23	143 195	4275	3,66	3,31
Tachetée de l'Est	18 382	3422	3,69	3,26	20 535	3748	3,69	3,32
Abondance	11 831	3305	3,64	3,26	14 110	3437	3,65	3,31
Brune des Alpes	11 706	3427	3,56	3,22	13 049	3757	3,59	3,30
Tarentaise	7 048	2993	3,56	3,20	7 980	3213	3,61	3,25

Les caractères dépendent surtout de la composition chimique de ses lipides (forte proportion relative d'acides gras à bas point de fusion) de sa richesse protidique mais aussi de sa teneur en vitamines et en minéraux.

Signalons enfin l'intervention de la microflore naturelle du lait dans l'obtention des Livarots : il s'agit de souches particulières à la région et qui, tout en contribuant à la solubilisation de la pâte, lui communique ce goût spécial et cette finesse d'arôme très caractéristique.

Qu'il s'agisse de la fabrication fermière ou industrielle, le respect des traditions concourent à donner au Livarot des propriétés loyales et constantes dont la plus typique est son originalité gustative. Le Livarot est, des trois fromages normands, celui qui est resté le plus près de ses origines.

Ces différentes qualités substantielles nécessaires à l'appellation d'origine Livarot figurent au sein du rapport de l'Ingénieur en chef adjoint au Directeur départemental de l'Agriculture du Calvados.

Ce rapport est repris par le syndicat des fabricants de Pont l'Evêque et de Livarot (S. F. P. L.), en vue de l'introduction de la procédure de définition d'appellation d'origine auprès du Comité national des apellations d'origine des fromages.

E. - Les textes officiels

Consacrée par le décret du 17 décembre 1975, l'appellation d'origine Livarot est reconnue selon les dispositions figurant au Journal Officiel du 3 janvier 1976.

" - Article ler.
- l'appellation d'origine Livarot est réservée aux fromages répondant aux dispositions de la législation en vigueur et aux usages locaux, loyaux et constants, tant en ce qui concerne la production et la livraison du lait que la fabrication et l'affinage des fromages.

La production du lait, la fabrication et l'affinage des fromages doivent être effectués dans l'aire géographique qui s'étend au territoire des communes suivantes.

Département du Calvados.

Arrondissement de Lisieux.

Canton de Lisieux : 2° section : toutes les communes.
Canton de Livarot : toutes les communes.
Canton de Mézidon : les communes de Castillon-en-Auge, Coupesarte et Sainte-Marie-aux-Anglais.
Canton d'Orbec-en-Auge : toutes les communes.
Canton de Saint-Pierre-sur-Dives : toutes les communes.

Département de l'Orne.

Arrondissement d'Argentan.

Canton d'Exmes : la commune de Survie.
Canton de Gacé : les communes de la Fresnaie-Fayel, Mardilly et Neuville-sur-Touques.
Canton de Trun : les communes de Ecorches, Mont-Ormel, Montreuil-la-Cambe, Neauphe-sur-Dives et Saint-Gervais-des-Sablons.
Canton de Vimoutiers : les communes d'Aubry-le-Panthou Avernes-Saint-Gourgon, le Bosc-Renoult, Camembert, Canapville, les Champeaux, Champosoult, Crouttes, Fresnay-le-Samson, Guerquesalles, Orville, Ponchardon, le Renouard, Roiville, Ticheville et Vimoutiers.

L'article 2 précise la définition légale du Livarot déjà envisagée.

Les articles suivants précisent les moyens de contrôle des propriétés organoleptiques nécessaires à l'appellation d'origine et envisagent le rôle et l'organisation de la commission de contrôle.

DEUXIEME PARTIE

FABRICATION DU LIVAROT

D'après la classification de KEILLING (1947), le Livarot entre dans la catégorie des fromages affinés à égouttage accéléré par découpage et à croûte lavée.

Répondant toujours à cette définition, la technologie du Livarot a été bouleversée, depuis la deuxième guerre mondiale, avec la venue de l'industrialisation.

Persistant à l'état marginal, la fabrication fermière perpétue la tradition.

I. - FABRICATION FERMIERE (22) (47) (2) (41) (48) (35)

Avant la fabrication, une partie du lait reste généralement au repos, dans des terrines en grès, pendant 12 à 24 h. avant d'être partiellement écrémé au moment de l'emprésurage. Au cours de cette maturation l'acidification se développe par fermentation lactique.

La coagulation est réalisée en 1H 15 à 1H 30 à 28-32° C. Le caillé obtenu présente des caractéres lactiques nets. Il se brise facilement en poussière et, après sabrage, son égouttage s'effectue dans une toile à fines mailles pendant une vingtaine de minutes. Les moules de 12 à 15 centimètres de hauteur, sont ensuite remplis. Pendant au moins 24 heures l'égouttage se poursuit, accéléré par de nombreux retournements.

Les fromages sont enfin démoulés, salés à la main, et, après trois jours au cours desquels se poursuit et se termine l'égouttage sous l'influence de la salure, les pièces fabriquées sont portées dans les hâloirs fortement ventilés pour provoquer un ressuage de la pâte.

La croûte se forme en une quinzaine de jours; les fromages peuvent enfin entrer en cave non ventilée pour y subir l'affinage proprement dit. Des retournements, accompagnés de lavage de croûte, à l'eau pure ou légèrement salée, sont effectués deux à trois fois par semaine. Les moisissures sont éliminées et les fromages se recouvrent progressivement d'une flore bactérienne gluante, rose orangée, tandis que dans la cave, une forte odeur ammoniacale se dégage.

II. - FABRICATION INDUSTRIELLE

A - Le lait (25) (51)

1). Provenance :

Il s'agit exclusivement de lait de vache, collecté dans le pays d'Auge tel qu'il est défini à l'article 1er du décret du 17 décembre 1975.

D'après le règlement intérieur de la commission de contrôle de l'appellation d'origine Livarot, le lait doit être "sain loyal et marchand", engageant les producteurs à apporter le maximum de soins, tant en ce qui concerne la tenue des vaches que celle des étables et du matériel :

- Etable propre et saine, murs blanchis à la chaux;
- Propreté de la traite;
- Troupeau exempt de maladies contagieuses (tuberculose, brucellose, fièvre aphteuse, mammites);
- Laits conservés dans des récipients propres. En particulier, les bidons doivent être entreposés à l'abri du soleil.

Bien que l'utilisation des laits réfrigérés à la ferme permette un meilleur aménagement du temps de travail, les industriels restent réticents vis-à-vis de cette méthode qui favorise l'apparition d'incidents de fabrication liés au développement des germes psychotrophes.

CRITERE DE MECANISATION DE LA

COLLECTE DU LAIT DANS LE PAYS D'AUGE (1978)

% des vaches laitières traitées en salle de traite par rapport aux vaches laitières totales.....	13
% des exploitations dotées d'une réfrigération à la ferme par rapport au nombre total des exploitations ayant des vaches laitières.....	<1
% du nombre de vaches laitières dont le lait est réfrigéré à la ferme par rapport au cheptel total.....	1

2). Ramassage du lait

Le transport du lait se fait par camion : les bidons sont collectés à la ferme, quotidiennement. Suivant la température, le ramassage peut-être bi quotidien, en particulier durant l'été.

3). Arrivée du lait à l'usine

Divers contrôles sont alors effectués à l'arrivée du lait :

- Le dosage de l'acidité du lait : 16 à 19 ° D (Dornic), soit un pH de 6,6 à 6,8 ;
- L'appréciation de la richesse en matière grasse par la méthode de Gerber;
- L'appréciation de la qualité bactériologique, par divers procédés : méthode de la réductase, numération directe ou comptage cellulaire;
- La détection des antibiotiques présents par l'épreuve de la lactofermentation.

4). Utilisation du lait

Du fait de contraintes technologiques, la fabrication du Livarot n'est pas effectuée en continu (lait peu acide 17 à 19° D, travail du caillé les premier et quatrième jours). Ainsi, la fabrication à la fromagerie, "Bisson-Rauline" s'effectue le mercredi et le vendredi; les autres jours sont destinés à une autre voie de transformation du lait.

Le lait mis en oeuvre lors de l'emprésurage est un lait partiellement écrémé (23g/ litre) résultant, en moyenne, du mélange de 45 % de lait totalement écrémé et de 55 % de lait entier.

B- Emprésurage - Coagulation

1). Définitions (30) (2)

- La présure : la présure est un ferment employé en fromagerie et isolé de la caillette du veau exclusivement au régime lacté. (Synonyme = lab, chymosine).

C'est une protide acide du type des globulines dont les conditions optimales d'action sont un pH à 5,4, une température de 40 à 41° C et la présence d'ions calcium ;

- La force de la présure : cela représente le nombre de litres de lait coagulés par un litre de présure à 35° C en 40 mn (entre 2 000 et 5 000 litres de lait);

- La coagulation ou caillage : c'est la réunion des micelles de caséine en un gel compact emprisonnant les autres constituants du lait et laissant échapper un liquide de dispersion appelé sérum;

- La caséine : c'est un groupe hétérogène de phospho protéines précipitables à un pH de 4,6 et à une température de 20° C. Elle a l'aspect d'une micelle sphérique chargée négativement et d'un diamètre de 300 à 3 000 Å ;

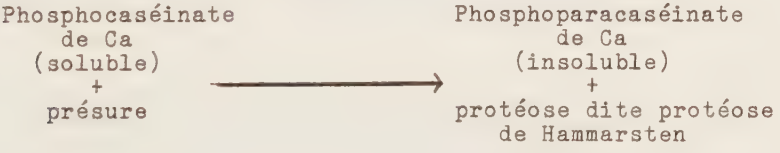
- Le caillé présure représente le coagulum formé par l'action de la présure. Il est chargé de substances minérales (calcium et phosphore). Il est mou, gélatineux, souple, complètement imperméable. Par rétraction (synérèse), il abandonne progressivement, mais avec une lenteur extrême, le lactosérum qu'il renferme. De lui même, il n'arriverait jamais à s'égoutter complètement, aussi des interventions diverses (découpage, retournage, chauffage, pression) améliorent la synérèse;

- Le caillé acide ou lactique : résultant de l'acidification du lait, il est partiellement déminéralisé, d'aspect ferme cassant, friable mais poreux. L'égouttage est spontané mais incomplet.

2). Mécanisme de la coagulation présure (47)(2)(30)(36)(28)

La micelle de caséine est constituée par la réunion des caséines α, β, K.

La présure provoque une protéolyse limitée de la caséine K et fait perdre à celle-ci ses propriétés stabilisantes vis à vis des caséines α et β en présence de calcium : la fraction K est transformée en paracaséine K et en un glycopeptide (la protéose de Hammarsten)
Cette réaction primaire, consistant en l'hydrolyse limitée de la caséine K, est purement enzymatique.



La phase secondaire de la coagulation est une phase physico-chimique où interviennent les ions calcium et phosphates qui agglutinent les caséines α, β et la paracaséine K.

Ces éléments s'agrègent en flocons puis en fibrilles qui s'assemblent finalement en un réseau tridimentionnel qui forme un gel présure dont la structure s'élabore progressivement. A l'intérieur de ce réseau sont retenus le sérum et les globules gras à la manière d'un liquide imprégnant une éponge.

La caséine K est donc au centre du phénomène de la coagulation : c'est le colloïde protecteur qui subit seul la réaction primaire et dont l'hydrolyse est indispensable pour amorcer la réaction secondaire.

3). Facteurs dont dépendent la coagulation présure

- La teneur en ions Ca^{++} :

La présence d'ions Ca^{++} est nécessaire à l'existence même des micelles qui deviennent très sensibles aux ions Ca^{++} lorsqu'elles ont été soumises à la présure. Des modifications minimes de la teneur du lait en ions Ca^{++} peuvent alors influer sur la vitesse de coagulation;

- La teneur en phosphate de calcium colloïdal :

PYNE (1962) montre que tout se passe comme si le phosphate de calcium colloïdal sensibilise la paracaséine aux ions Ca^{++}. En même temps, on constate un accroissement de la fermeté du gel;

- La dimension des micelles de caséine :

Le temps de coagulation diminue lorsque le lait présente de grosses micelles. Or, la taille des micelles et donc leur instabilité dépend de la teneur du lait en Ca^{++} ; plus elle est élevée, plus la taille des micelles est importante;

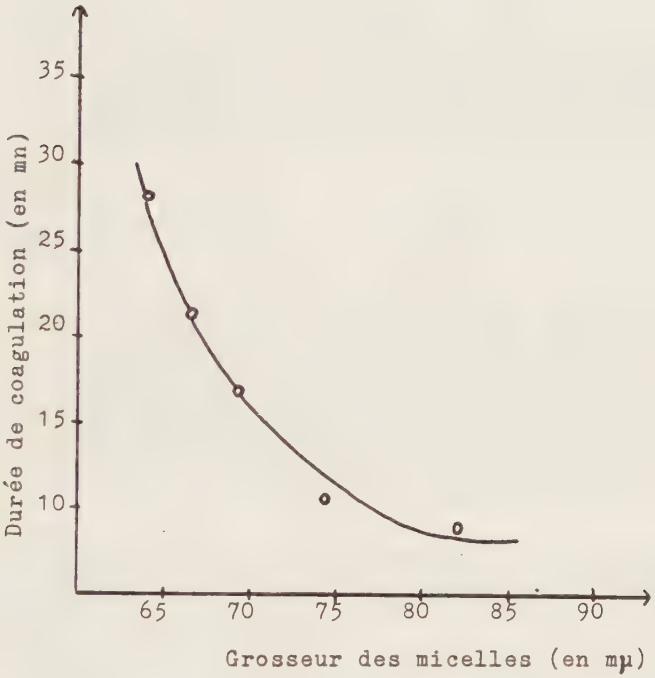
- Facteurs physiques

. la température :

La vitesse de coagulation est optimale à 40 - 42° C puis elle s'accélère progressivement pour se ralentir au delà de 50° C et s'annuler à 65° C;

. le pH :

La présure, rappelons le, a un pH optimal d'action voisin de 5,5. D'autre part, la caséine est un sel amphotère qui présente, au point isoélectrique entre pH 4,6 et 4,9, une stabilité minimale par réduction de ses charges électriques. Cependant, le résultat obtenu à pH faible est différent de celui observé au pH originel du lait car le coagulum devient mixte, mi-lactique, mi-présure et donc de comportement différent.



DUREE DE COAGULATION DE LA PRESURE EN FONCTION DE LA GROSSEUR DES MICELLES DE CASEINE (d'après Mocquot, et al., 1958)

4). La synérèse

Le coagulum frais représente un état métastable. La synérèse est la rétraction du réseau régulier formé par les protéines coagulées renfermant les globules gras et le sérum : ce dernier se sépare plus ou moins rapidement selon les facteurs qui s'y exercent : changements de température, actions mécaniques et l'acidification se produisant au sein du coagulum.

5). Réalisation pratique (31) (47) (51)

Le lait cru est d'abord porté à une température de 30 à 35° C : les laits utilisés actuellement ont une acidité de 17 à 19° D. Notons, qu'immédiatement après la deuxième guerre mondiale, la tendance était à utiliser des laits plus acides (20 à 22° D) et beaucoup plus maigres.

La technologie actuelle tend donc à se rapprocher de celle du Pont l'Evêque. Pour DESFLEURS, un lait dont l'acidité est supérieure à 20° D doit être écarté de la fabrication du Livarot. Plus l'acidité est élevée au moment de l'emprésurage, plus le caillé prend le caractère acide ou lactique. Le Livarot est donc, maintenant, un caillé mixte de type présure très marqué.

Le lait fortement agité est alors emprésuré. Afin d'éviter le feuilletage du caillé, les mouvements du liquide sont aussitôt arrêtés. En pratique, on utilise 25 à 40 cm3 de présure au 1/10 000 pour 100 litres de lait. Cette dose dépend de l'acidité du lait mais aussi du doigté du fromager.

La prise du caillé est réalisée 10 à 13 mn après l'emprésurage : à ce moment, le revers de la main du fromager posé à la surface du coagulum n'adhère plus.

Dix minutes plus tard, le caillé subit un premier découpage léger à l'aide d'un tranche-caillé. Après 30 mn de repos (ce qui correspond à la formation de 40 litres de sérum pour 100 litres de lait emprésuré), un second découpage est réalisé pour obtenir des grains de la grosseur d'une noisette. Ces découpages successifs permettent de multiplier la surface d'exsudation du lacto-sérum et donc de favoriser son évacuation. La consistance du coagulum dépend essentiellement du délai séparant la coagulation des différents découpages.

Le deuxième découpage en grains est immédiatement suivi d'un brassage effectuée à la main. Cette opération vise à accélérer et à amplifier l'égouttage en renouvelant constamment les surfaces d'exsudation du sérum et en empêchant les grains d'adhérer entre eux et de former ainsi des amas emprisonnant le liquide.

Le brassage est une opération qui doit être conduite délicatement pour ne pas briser le caillé et conserver aux grains leur intégrité. Le rendement du fromage en dépend.

Un repos de 30 minutes suit ce brassage : ce lactosérum qui a décanté au cours des différentes opérations mécaniques, est vidé, et le coagulum est mis en moule.

C - Moulage (48)

Le moulage s'effectue environ 90 minutes après le début de l'emprésurage. Les moules utilisés, appelés encore "éclisse" ou "cliches", sont en fer blanc. De forme cylindrique, ils mesurent 12,5 cm de diamètre et 15 cm de hauteur, ne comportent pas de fond et sont percés de petits trous afin de faciliter l'égouttage. Les moules sont dressés sur une table de moulage dont la surface est creusée de rainures qui facilitent l'évacutation du sérum.

Les moules ne sont pas placés directement sur les tables mais sur des stores destinés à empêcher le collage du caillé aux tables et à faciliter un rapide écoulement du sérum.

La répartition du caillé dans les moules ou mise en moule est effectuée à la main, en une seule fois dans une salle de moulage dont la température ambiante est de 26° C à 28° C.

D - Egouttage (30) (2) (48) (37) (20)

1). Définition

L'égouttage, encore appelé synérèse, est le phénomène physique de contraction des micelles accompagné de l'expulsion du lactosérum retenu dans les mailles du gel, ce qui aboutit à l'obtention de deux phases :

- le sérum ou petit lait ;

- le caillé avec sa matière grasse et retenant emprisonné une certaine quantité de sérum, non exsudé.

2). Réalisation

Déjà ébauché par les manoeuvres de découpage et de brassage, l'égouttage se poursuit lors des retournements successifs. Le premier retournement doit avoir lieu le plus tôt possible après la mise en moule et doit être suivi d'au moins deux autres retournements dans les 24 heures. En pratique, cette opération est renouvelée 6 à 8 fois pendant ces 24 heures.

Du fait de la fragilité du caillé, le premier retournement nécessite, de la part du fromager, une grande habileté, les suivants par contre sont de réalisation plus facile.

Au bout de 24 heures, le caillé s'est affaisé de la moitié de sa hauteur et est démoulé. Les "blancs" sont laissés au repos, 2 à 3 jours, dans la salle d'égouttage.

3). Résultats

100 litres de lait à pH 6,6 - 6,8 ont été emprésurés ; 48 heures plus tard, le fromager dispose de 12 à 15 kilogrammes de pâte à pH 5,4 à 5,6.

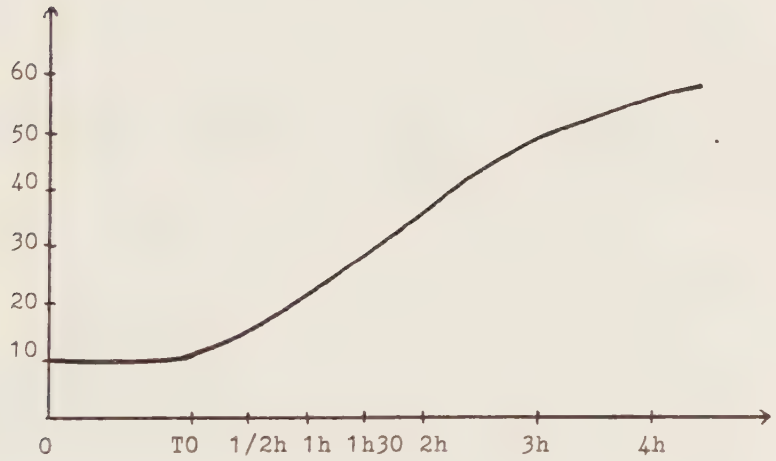
Il y a donc eu :

- acidification de la pâte,

- perte de 85 à 87 % de sérum.

L'acidification a lieu sous l'action de ferments lactiques mésophiles parmi lesquels streptococcus lactis, streptococcus crémoris associés à streptococcus citrivorus et streptococcus diacetilactis, producteurs d'arômes (DESFLEURS). Leur développement est favorisé par le maintien d'une température voisine de 28° C. Par leur action acidifiante, les ferments lactiques font perdre progressivement au caillé son caractère propre d'imperméabilité en le ramenant au type du caillé lactique.

TEMPS	° D
Début de coagulation.....	10 à 11
Moulage.....	11,5
1/2 heure après le moulage.....	17
1 heure après le moulage.....	24
1 heure 30 après le moulage.....	32
2 heures après le moulage.....	40
4 heures après le moulage.....	55
24 à 48 heures après le moulage....	100 à 110



Lorsque le sérum atteint 20° D, le lactose est attaqué activement et l'acidité monte alors rapidement.

L'égouttage, d'abord lent, s'accélère avec le développement dans la masse du caillé de streptocoques et des lactobacilles.

Pour un lait titrant 18 à 19° D à l'emprésurage, DESFLEURS note l'évolution suivante de l'acidité D du sérum. (Voir tableau précédent)

La température d'égouttage facilite également la prolifération en surface du Géotrichum candidum (Oïdium lactis) qui devient rapidement exubérant, et des levures.

E - Salage (30) (7) (20)

1). Rôle du sel

Le salage du caillé se justifie pour plusieurs raisons :

- il modifie le goût d'une façon favorable et influence, heureusement, l'équilibre des substances sapides, particulières à chaque fromage ;

- il complète l'égouttage par un phénomène osmotique, en attirant à l'extérieur une partie de l'eau encore renfermée dans le caillé et en modifiant l'état d'hydratation des protéines ;

- il concourt également à la formation de la croûte par insolubilisation de la caséine et renforce ainsi la solidité du fromage ;

- il modifie fortement le milieu de culture que constitue le caillé égoutté ; c'est ainsi qu'il provoque une sélection des microorganismes, par suite de l'inhibition d'espèces qui ne sont pas halotolérantes (un salage convenable évite la maladie de la "graisse" dûe à une prolifération exagérée du Géotrichum candidum). Le sel gêne également le développement des bactéries putréfiantes productrices de gaz ;

- enfin, il règle l'activité des enzymes qui participent à l'affinage : un excès de sel ralentit l'affinage, et la pâte reste dure plus longtemps.

2). Réalisation

Quand le fromage démoulé est bien réssuyé, vers le troisième ou le quatrième jour après sa fabrication, il est salé à la main, avec du sel assez gros, sur le tour et les faces.

3). Résultats

Les conséquences du salage sont de deux types :
- modification de la flore microbienne du caillé : avant le salage, les caillés fraîchement moulés ont une flore lactique. Sur le Livarot apparaissent très rapidement des levures, puis l'Oïdium favorisé par l'acidité du milieu. Le salage stabilise la flore microbienne lactique ; il freine le développement de l'Oïdium, sans le supprimer tout à fait et il ne gêne pas sensiblement celui des levures.

- pénétration du sel :
le taux de sel par rapport à la pâte humide est de 2,5 à 3 %.

Le sel pénètre peu à peu à l'intérieur du fromage, mais cette pénétration ne s'arrête pas à l'égalité des salures entre le coeur et la surface du fromage. Le sel se dissout progressivement dans l'eau contenue dans le caillé, le centre du fromage, plus riche en eau que la croûte se trouve donc plus salé. L'inversion des salures a lieu environ 15 jours après le salage. C'est du reste un phénomène général dans la fabrication des fromages à pâte molle.

La teneur en eau, au moment du salage, a donc une grande importance. Si la pâte n'est pas assez égouttée, elle prend trop de sel et retient trop d'acide lactique. En conséquence, l'affinage est retardé et le "coeur" du fromage reste dur.

F - Affinage

L'affinage est la phase ultime de la fabrication du Livarot. Cette étape, d'une grande complexité, est à l'origine de l'arôme et de la saveur caractéristique

du fromage. Après égouttage, le caillé n'a pas encore acquis sa saveur particulière : il présente seulement un goût acidulé, sensiblement identique aux autres types de fromages et qui est lié au développement de la fermentation lactique.

Lors de l'affinage, le caillé subit une maturation biologique plus ou moins prononcée destinée, non seulement à développer sa saveur propre, mais aussi à lui conférer un aspect, une texture, une consistance typique. Dans une certaine mesure, la maturation modifie également, en l'améliorant, la digestibilité et la valeur nutritive du caillé.

1). Définition

L'affinage représente l'ensemble des processus enzymatiques à l'origine de la dégradation progressive des constituants du caillé égoutté et de la libération de substances sapides et odorantes, en même temps que de la modification de la texture de la pâte qui devient plus souple. Cette maturation est réalisée par les enzymes de nombreux microorganismes : Oïdium, ferments du rouge..., responsables de :

- la fermentation du lactose ;
- l'hydrolyse de la matière grasse ;
- la dégradation des protéines.

2). Conditions d'affinage (47)

La maturation du Livarot étant essentiellement sous la dépendance d'actions microbiennes, il s'en suit que les facteurs qui règlent celles-ci jouent un rôle déterminant dans le déroulement de l'affinage. Parmi ces facteurs, nous retenons :

- l'aération qui permet d'assurer les besoins en oxygène de la flore superficielle des fromages ;

- l'humidité qui favorise le développement microbien ;

- la température qui règle le développement microbien et l'activité des enzymes. La plupart des germes de la flore superficielle du fromage

présentent un développement optimal entre 20 à 25° C. L'activité des enzymes produites est maximale aux environs de 35°-45° C mais reste largement décelable à des températures très éloignées. Dans la pratique, on réalise toujours l'affinage de la pâte à une température nettement inférieure à la température optimale d'action des enzymes (18° C en hâloir et 12° C en cave). On a, en effet, intérêt à ralentir la maturation, d'abord pour mieux la contrôler, ensuite pour assurer le développement maximal des qualités organoleptiques ;

- la teneur en sel qui règle l'activité de l'eau dans la pâte et contribue ainsi à sélectionner les micro-organismes.

- le pH qui commande la multiplication des germes et leur activité biochimique. Les moisissures et les levures peuvent se développer dans des milieux acides. Les bactéries préfèrent les milieux neutres. Comme le pH du caillé en début d'affinage est incompatible avec l'activité protéolytique, il convient, alors, de procéder à une désacidification assurée par le développement des levures et surtout des moisissures favorisé par une neutralisation superficielle dûe au contact des fromages avec l'atmosphère ammoniacale des locaux d'affinage.

3). Réalisation pratique (47) (30) (41) (20) (7) (22)

a) Les hâloirs :

Dans les hâloirs, l'effet recherché est avant tout celui de séchage. Un circulation active de l'air est nécessaire afin d'obtenir cette dessiccation. Le fromager se trouve devant un compromis : d'une part, le besoin d'homogénéïté de l'atmosphère (température et humidité) en tous les points du local requiert un minimum de circulation d'air, d'autre part, une ventilation trop active provoque un mauvais développement de la flore superficielle et une dessiccation trop importante. Le renouvellement de l'air permet, en outre, de limiter les teneurs en gaz carbonique et en ammoniac, qui

perturberaient la maturation du fromage si elles se trouvaient en excès.

Autrefois, ces locaux étaient aérés par des jours pratiqués dans deux murs opposés. Bien que la mise en place d'installations électriques frigorifiques ait permis de soustraire le séchage aux contraintes climatiques, le maintien des ouvertures extérieures se justifie encore notamment pour :

- parer au risque de pannes de l'installation ;
- utiliser le refroidissement naturel pendant quelques mois ;
- faciliter le renouvellement de l'atmosphère du hâloir.

Les fromages égouttés et salés sont disposés sur des clayons superposables. La température qui règne dans les hâloirs est de 17° à 18° C ; l'abaissement de la température permet de limiter la prolifération en surface du Géotrichum Candidum responsable de la formation d'une peau ridée et de provoquer une diminution de l'égouttage. Le degré hygrométrique est de 80 %, ce qui permet de limiter les pertes de poids dûes à une dessiccation excessive.

Il règne dans ces hâloirs une forte odeur de pomme dûe aux levures qui dégradent le lactose, libérant l'acétate d'éthyle et d'autres substances aromatiques.

Vers le troisième ou quatrième jour, lorsque la dessiccation est suffisante, les fromages sont dirigés vers les caves pour y subir l'affinage proprement dit.

b) l'affinage en cave :

Les soins en cave permettent d'assurer une maturation convenable de toute la masse du fromage. Les retournements accompagnés des soins de croûte empêchent le développement des moisissures de surface et favorisent les proliférations bactériennes. La richesse particulière, en ammoniac, de l'atmosphère contribue, par son effet neutralisant, à la maturation du Livarot.

La ventilation dans les caves est très faible. La température est voisine de 12° C, le degré hygrométrique est de 95 %.

En pratique, le Livarot doit séjourner au moins un mois dans les caves où il est retourné, deux à trois fois, par semaine. Les soins de croûte sont complétés par des lavages à l'eau pure ou légèrement salée et qui entretiennent la flore microbienne en éliminant les moisissures. L'utilisation d'eau salée permet en plus de relever le goût de la pâte en favorisant le développement de la flore protéolytique. Sous l'action de ces lavages, la surface se colore spontanément, en rose orangé et devient gluante sous l'influence de microbes chromogènes. Le dernier lavage est effectué avec du Rocou (E 160) pour achever de colorer la surface en rouge.

Enfin, le laîchage, vestige de la tradition, termine les soins de cave.

c) Emballage :

Après leur séjour en cave, les fromages poursuivent leur maturation jusqu'à leur consommation. L'emballage doit respecter les conditions bactériologiques obtenues. Il doit être perméable à la vapeur d'eau et aux gaz afin de ne pas modifier l'environnement biochimique du fromage.

En pratique, le Livarot est enveloppé d'un papier paraffiné puis il est disposé dans une boîte de bois, un isolant dont le rôle régulateur de température et d'humidité est ici précieux.

Le froid sec devra être évité dans la conservation du fromage jusqu'à sa consommation afin de garder les conditions optimales de bonne maturation.

Les fromages sont vendus affinés à coeur ou aux deux tiers.

4). Agents de l'affinage:(47)(2)(38)(28)(20)(22)(37)(30)(7)

Les agents responsables de la maturation du fromage sont nombreux et regroupent notamment :

- les enzymes originelles du lait ;
- la présure ;
- les enzymes secrétées par la flore microbienne qui envahit le caillé.

L'importance relative de chacun d'entre eux reste encore mal connue.

a) Les enzymes originelles du lait :

La tendance actuelle est de leur attribuer un rôle beaucoup moins important que celui qui leur était consenti autrefois : en effet, la plupart de ces enzymes sont inactives en milieu acide.

La protéase naturelle du lait a une action qui ne peut guère être significative, comparée à celle des protéases microbiennes, car son pH optimal d'activité est de 8,5.

Il en est de même des lipases.

Seule, la phosphatase acide semble avoir une réelle action à pH 4,6 - 4,8 ; elle est responsable d'une déphosphorylation de la caséine qui la rend plus sensible à l'action des protéases microbiennes.

b) La présure :

Elle n'intervient pas seulement dans la formation du coagulum mais aussi dans son évolution ultérieure grâce à son action endopeptidasique sur l'ensemble des protéines du caillé.

Son pH optimal d'action, voisin de 5,4, correspond au pH obtenu au sein de la pâte en début d'affinage. Son rôle sera donc essentiel en début de maturation : elle amorce la réaction protéolytique sur un substrat encore acide en dégradant partiellement la caséine en grosses molécules azotées. Les corps intermédiaires (peptones et peptides) ainsi libérés seront soumis à l'action des enzymes microbiennes pour être convertis en molécules à faible poids moléculaires et dotées de propriétés aromatiques.

c) La flore microbienne :

Le caillé est le siège d'un pullulation de micro-organismes appartenant à de nombreuses espèces. Cette microflore est en constante évolution et l'équilibre entre les divers groupes microbiens est très instable

et sans cesse modifié. Aussi, peut-on parler d'une véritable succession de flores, chacune préparant l'installation de la suivante. La variété des micro-organismes en cause, les conditions diverses de leur développement, les effets d'assocation et de symbiose sont autant d'éléments à considérer.

Au moment de l'emprésurage, la première flore à apparaître est constituée par la flore lactique ; les bactéries lactiques permettent la transformation du lactose en acide lactique. Cette fermentation lactique empêche la multiplication des germes putréfiants qui envahiraient le caillé rapidement si le pH était maintenu à une valeur trop élevée. Elle participe aussi au développement de la saveur du fromage dans la mesure où elle est à l'origine non seulement de l'acide lactique mais aussi de produits secondaires, facteurs d'arôme. L'acide lactique provenant de la dégradation du lactose ne s'accumule pas au sein du caillé mais subit à son tour des transformations variées.

Ainsi, dès l'égouttage s'associent rapidement des levures (Candida, Mycodermes torulas) et les moisissures (Géotrichum candidum encore appelé Oïdium lactis).

Les levures, qui tolèrent un pH bas et une teneur élevée en sel, forment la première couche visqueuse ; consommatrices d'acide lactique, elles sont donc des agents de désacidification de la pâte intervenant en début d'affinage. Elle secrètent des estérases et sont à l'origine de la formation d'esters tels que l'acétate d'éthyle. Elles ont enfin une activité lipolytique et protéolytique intervenant directement dans la maturation du caillé en ébauchant la dégradation de la caséine.

Les moisissures représentées surtout par le Géotrichum Candidum brûlent également l'acide lactique. Elles exercent aussi des propriétés lipolytiques et protéolytiques (elles peptonisent la caséine). Le développement du Géotrichum est rapidement ralenti lors du salage.

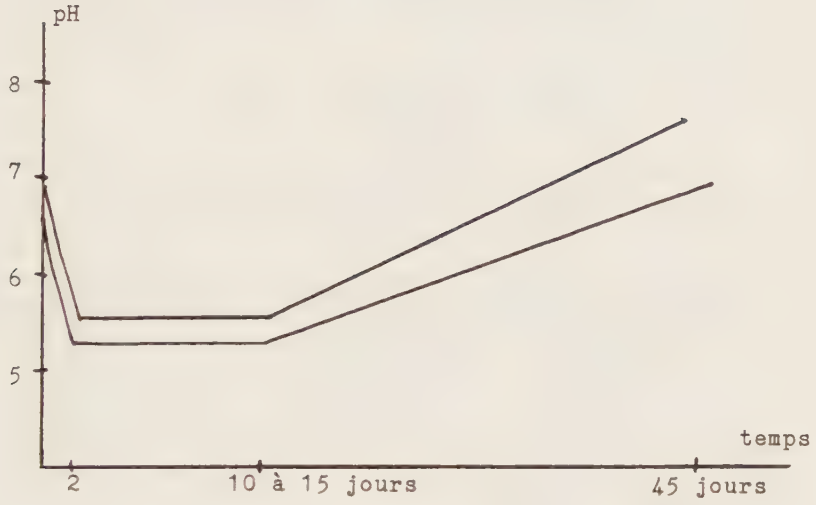
Au cours de l'affinage en hâloir, la microflore superficielle reste stable.

Lors du passage en cave, les lavages qui éliminent les moisissures et entretiennent la surface humide ; associés au pouvoir neutralisant de l'atmosphère ammoniacale, ils favorisent le développement d'une flore bactérienne. Cette couche bactérienne externe encore appelée "Morge" ou "Graisse" est constituée d'espèces protéolytiques génératrices d'ammoniac : microcoques et Braevibacterium linens et érythrogènes constituent les ferments du rouge responsables d'une croûte humide et visqueuse spontanément colorée en rose orangé. La maturation liée aux ferments du rouge ne peut s'exercer qu'en présence de peptones provenant de l'action antérieure du Géotrichum. Ce dernier apparait donc comme l'intermédiaire obligé des ferments du rouge qui n'acquièrent leur pigmentation qu'en symbiose avec lui.

Les protéases des bactéries de surface permettent la solubilisation progressive de la pâte de l'extérieur vers l'intérieur en dégradant totalement la caséine ; elles sont responsables de l'aspect crémeux et onctueux du Livarot.

Sur les vieux Livarots, on peut rencontrer les colonies rouges de l'Oïdium aurantiacum et des moisissures blanches en très petites colonies coniques.

Le résultat des actions successives des flores de surface est donc une solubilisation complète de la caséine associée à une désacidification de la pâte et à la production de substances aromatiques. La neutralisation se fait sous l'influence de l'ammoniac dégagé dans les caves d'affinage par la protéolyse microbienne qui s'accomplit au sein de la pâte et à sa surface ; l'élévation progressive du pH est donc le témoin de la maturation du fromage. Un affinage à coeur correspond à un pH, en fin d'affinage, de 7 à 7,75.



EVOLUTION DU pH DU COEUR DU LIVAROT

5). Les substances responsables de l'arôme du Livarot (2) (7) (28) (13) (51) (31) (1) (33) (32) (45)

Le développement de la saveur et de l'arôme caractéristiques du fromage résulte de la formation de composants chimiques qui sont, pour l'essentiel, les produits terminaux de la dégradation des constituants du caillé. Les substances responsables peuvent schématiquement, être distinguées en fraction volatile et odorante et en fraction non volatile, responsable du goût. Il reste difficile d'établir un rapport entre les qualités organoleptiques du fromage et sa composition chimique.

a) Acides gras libres :

L'hydrolyse de la matière grasse joue un rôle important dans la formation de l'arôme grâce aux acides gras libres libérés. La lipolyse est d'autant

plus importante que la maturation est poussée. Ainsi, pour un Livarot affiné, les acides gras libres représentent 2,7 mg pour 100 mg de matière grasse. Nous remarquons, d'après la valeur de l'indice d'iode, que les acides gras libres sont plus insaturés que les acides totaux.

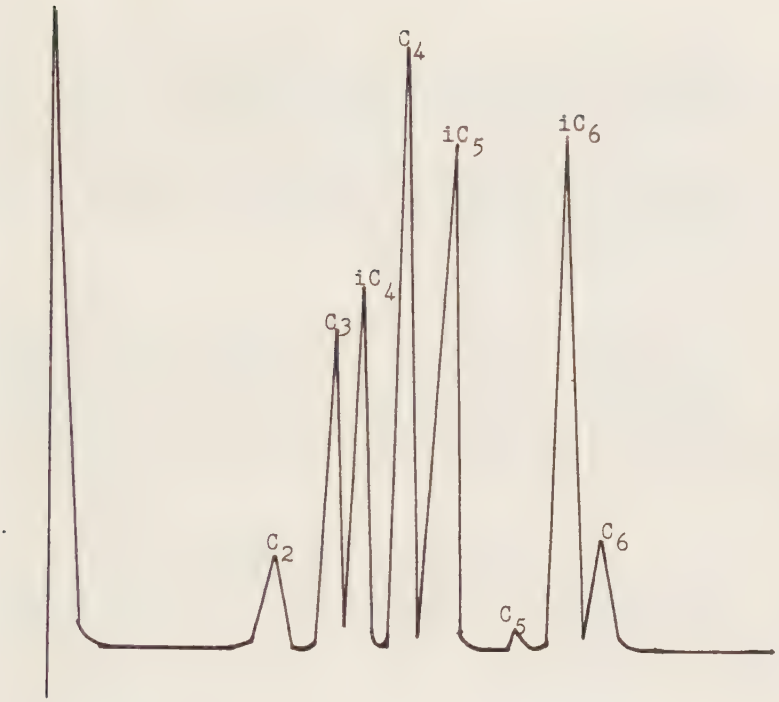
Indice d'iode :
63,5 pour les acides libres,
42,0 pour les acides totaux.

Parmi ces acides gras libres, on trouve, au sein de la pâte du Livarot et avec un taux variable, selon le type de l'échantillon :

Acides gras libres volatils (en mg/100 de fromage humide)	Petit Livarot	Livarot
Acide acétique C_2	74,3	26,7
Acide propionique C_3 + acide isobutyrique iC_4	136,4	39,2
Acide butyrique C_4	32,7	29,3
Acide isovalérianique iC_5	45,5	46,7
Acide isocaproïque iC_6	27,8	7,8
Acide caproïque C_6	10,3	1,4
Total	327,0	151,1
Appréciation du goût	Assez bon	Très bon

DOSAGE DES ACIDES GRAS LIBRES VOLATILS
- KUZDZAL - SAVOIE et KUDZAL (1971) -

D'après DESFLEURS d'une part, JACQUET et LENOIR d'autre part, on trouve également des traces d'acide valérianique C_5.



CHROMATOGRAPHIE EN PHASE GAZEUSE DES
ACIDES GRAS VOLATILS LIBRES DU LIVAROT
- STARK et ADDA (1972) -

A côté de ces acides gras libres volatils, DESFLEURS et KUZDZAL-SAVOIE signalent la présence d'acides aromatiques : acide benzoïque, acide phénylacétique, acide phénylpropionique ou hydrocinnamique dans la proportion de 10 à 30 mg pour 100 g d'extrait sec.

La majeure partie des acides gras libres est d'origine lipolytique. Toutefois, une part importante des acides acétique et propionique et une fraction de l'acide butyrique provient de la fermentation du

lactose et de réactions secondaires. En outre, une partie des acides acétique, propionique, isobutyrique et valérianique est formée à partir des acides aminés.

La constance de trois acides gras (propionique, butyrique et valérianique) est remarquable. L'acide isovalérianique peut être considéré comme un élément essentiel de l'ensemble des acides volatils.

b) Alcools :

Comme dans laplupart des fromages à pâte molle, le 3-méthyl 1-butanol et le 2-phényl éthanol sont mis en évidence en quantité importante. Citons également, parmi les alcools primaires l'éthanol, le propanol, le 2-méthyl 1-propanol et l'hexanol : parmi les alcools secondaires, nous retrouvons le 2-butanol, 2-nonanol, et le 2-phényl éthane-2-ol.

c) Cétones :

Ce sont probablement des composants importants de l'arôme. On retrouve, en quantité moyenne, le 2-pentadécanone et l'acétophénone ainsi que le 2-nonanone, le 2-heptanone à l'état de trace, le 2-butanone.

d) Esters :

On identifie, en grande quantité, l'acétate d'éthyle élément important de l'arôme, et, à un degré moindre, de nombreux esters aliphatiques et aromatiques.

e) Phénols :

Le phénol a été mis en évidence dans le Livarot ainsi que les m et p crésols : ces composés semblent jouer un rôle important dans l'arôme du Livarot.

f) Composés soufrés :

Ils semblent particulièrement conséquents au point de vue organoleptique dans les fromages à croûte lavée, c'est en particulier, du disulfure de méthyle, important vecteur d'arôme, et, à un degré moindre, le 2, 3, 4-trithiapentane et le méthane thioloctanoate.

g) Hydrocarbures :

Des hydrocarbures aromatiques et aliphatiques sont régulièrement mis en évidence dans le Livarot.

	OV225	SE30	Quantités
Alcools			
Alcools primaires			
Ethanol	+		moyenne
Propanol	+	+	traces
2-méthyl-1-propanol		+	mineure
3-méthyl-1-butanol	+	+	majeure
Hexanol		+	traces
2-phényl éthanol	+	+	majeure
Alcools secondaires			
2-butanol	+		mineure
2-nonanol		+	traces
2-phényl éthane-2-ol	+	+	mineure
Cétones			
2-butanone		+	traces
2-heptanone		+	mineure
2-nonanone		+	mineure
2-pentadecanone	?		moyenne
Acétophénone	+	+	moyenne
Esters			
Acétate d'éthyle	+	+	importante
Hexanoate d'éthyle		+	mineure
Octanoate d'éthyle	+	+	mineure
Décanoate d'éthyle	+	+	traces
Myristate d'éthyle	+		mineure
Acétate d'amyle		+	traces
B-phényl éthyl acétate	+	+	moyenne
B-phényl éthylpropanoate		+	traces

Phénols			
Phénol	+	+	mineure
Crésol	+	+	traces
Produits soufrés			
Disulfure de méthyle	+		importante
2, 3, 4-trithiapentane		+	mineure
Méthane thioloctanoate	+	+	mineure
Hydrocarbures			
2-méthylpentane		+	traces
Benzène	+	+	traces
Toluène		+	traces
Naphtalène	+	+	traces
Buthylbenzène	+		mineure
Divers			
Indole		+	majeure
2-méthyl-1,3-dioxolane	+	+	traces
Chloroforme	+	+	traces
Ethylphtalate		+	majeure

LIVAROT : PRODUITS IDENTIFIES PAR SPECTROMETRIE DE MASSE
- DUMOND - ROGER - ADDA (1974) -

h) Acides aminés et amines :

Si les acides gras volatils et les composés neutres sont bien connus, les amines volatiles le sont moins par manque de techniques de mise en évidence appropriées (Dumont, Roger, Adda, 1974).

L'ammoniac exerce un effet certain sur le goût du Livarot ; en excès, il peut être à l'origine de fromages amers et piquants. Les acides aminés présents à dose appréciable ne sont probablement pas responsables de la saveur typique du fromage. Les amines présentes à dose notable jouent sans doute un rôle : en quantité trop élevée, elles sont à l'origine de goûts et d'odeurs désagréables. Seule l'histamine a été dosée avec exactitude : 12 µg pour un gramme de fromage humide.

Conclusion :

L'importance organoleptique des constituants trouvés est discutable. Si certains corps biochimiques sont en quantité plus notable, c'est l'ensemble qui concourt à l'arôme spécifique du Livarot.

COMPOSES	Maroilles	Livarot	Pont l'Evêque	Langres	Epoisses
Ethanol		++	++	++++	(+)
Propanol	tr.	tr.	+++	++++	(+)
2-méthyl-1-propanol	+	+	tr.	+	+++
Butanol			+		tr.
3-méthyl-1-butanol	++	++++	+++	++++	++++
3-méthyl-1-pentanol					(+)
Hexanol		tr.	tr.		
2-phényl éthanol	++++	++++	++++	++++	++++
Phényl méthanol	+				
2-propanol			+	(+)	
2-butanol	+				
2-pentanol	+	+	+++	+	
2-heptanol	+		+	+	
2-nonanol		tr.	tr.	tr.	
2-phényl éthane-2-ol	+	+	tr.	+	
2-butanone	+	tr.	+		
2-pentanone	+				
2-heptanone	++	+	+	tr.	
2-nonanone	+++	+	+	tr.	tr.
2-undecanone	++				+
2-tridecanone	+++				
Acétophénone	++++	++	++	++	
Disulfure de méthyle	++	+++	++	+++	(+)
Acétate de méthane thiol			tr.	++	(+)
2,3,4-trithiapentane	tr.	+	tr.	tr.	
Thiobenzoate de méthyle	tr.				
Acétate d'éthyle	+++	+++	++	+	+++
Propanoate d'éthyle			+	+	(+)
Butanoate d'éthyle				+	++
Isovalérate d'éthyle					+
Hexanoate d'éthyle		+	tr.	++	+
Octonoate d'éthyle		+	tr.	+	++

Décanoate d'éthyle		tr.		tr.	+++
Dodécanoate d'éthyle					+++
Acétate d'amyle		tr.			(+)
B-phényl d'éthyl acétate	+	++	tr.	+++	++++
B-phényl éthyl propionate		tr.		+	++
Phtalate d'éthyle		++++	+++	+	
Diméthilphtalate		+++	+++		
Chloroforme		tr.		tr.	tr.
Trichloroéthilène					(+)
Tétrachloroéthylène					(+)
Tétrachloroéthane	+				
Dichlorobenzène	tr.			tr.	
Phénol	++++	+	++++		
Crésol		tr.	tr.	+	
2-méthylpentane		tr.			
3-méthylpentane					(+)
Nonane					(+)
Decane					(+)
Benzène	tr.	tr.	(+)	tr.	+
Toluène		tr.	(+)	+	+
Xylène			tr.	+	tr.
Naphtalène	tr.	tr.		tr.	(+)
Triméthylbenzène					(+)
Méthyléthylbenzène				tr.	(+)
Diéthylbenzène					(+)
Indole	++++	++++	++++	+	(+)
Méthylindole	+				
Triméthylpyridine	tr.				

ETUDE COMPARATIVE DES COMPOSES ISOLES DE DIFFERENTS FROMAGES
- DUMOND - ROGER - ADDA - (1974)

++++ = composant majeur
+++ = composant important (quantitativement)
++ = composant moyen
+ = composant mineur
tr. = composant présent à l'état de traces
(+) = composant présent mais dont il est impossible de fixer l'importance quantitative (pic non résolu).

TROISIEME PARTIE

PRESENTATION DU LIVAROT

COMMERCIALISATION

I. - PRESENTATION DU LIVAROT

A - La Commission de Contrôle appelation d'Origine

Son but est de définir et de contrôler le respect des qualités substancielles nécessaires à l'attribution de l'appellation d'origine.

L'existence d'une telle commission de contrôle est précisée dans l'article 3 du décret du 17 Décembre 1975 relatif à l'appellation d'origine Livarot.

Article 3 :

Les critères qualificatifs applicables au Livarot comprenant notamment les éléments d'appréciation portent sur la forme, sur l'aspect, sur la texture de la pâte et sur le goût. Le barême de cotation ainsi que les modalités de prélèvement et de contrôle sont définis par le règlement intérieur de la commission de contrôle ci-après, sur avis conforme du Comité National des Appellations d'Origine des fromages.

B - Règlement intérieur de la Commission de contrôle

Article 1 :

Le présent règlement intérieur est pris en application de l'article 3 du décret du 17 Décembre 1975, relatif à l'appellation d'origine Livarot. Il a été approuvé par le Comité National des Appellations d'Origine des fromages dans sa séance du 26 Octobre 1977.

Le présent règlement fixe les prescriptions complémentaires au décret susvisé, du 17 Décembre 1975, auxquelles doivent répondre les fromages pour pouvoir bénéficier de l'appellation d'origine. Il a également pour objet de préciser les conditions dans lesquelles le contrôle de la qualité et l'origine de l'appellation d'origine Livarot est effectué, sous l'égide de la Commission de Contrôle instituée par le décret précité.

Article 2 :

Le lait utilisé pour la fabrication des fromages doit être sain, loyal et marchand.

La production de lait, la fabrication et l'affinage des fromages doivent être effectuées dans l'aire géographique qui s'étend au territoire des communes des départements suivants : Calvados et Orne, enumérés à l'article 1 du Décret du 17 Décembre 1975.

Affinage : conformément au décret, l'affinage dure au minimum trois semaines à compter du jour de fabrication dans l'aire géographique délimitée.

Article 3 :

La Commission de contrôle est composée des membres suivants :

- l'Ingénieur Général du Génie Rural, des Eaux et des Forêts de la région de Basse Normandie ou son représentant ;

- l'Inspecteur Divisionnaire du Service de la Répression des Fraudes et du Contrôle de la Qualité ou son représentant ;

- Trois membres désignés pour une durée de deux ans par l'Assemblée Générale du Syndicat des Fabricants de Pont l'Evêque et de Livarot (S.F.P.L.), parmi lesquels est choisi le Président.

Cette Commission exerce son autorité par l'intermédiaire d'agents professionnels et d'un collège d'experts.

Article 4 :

Le contrôle et les prélèvements y afférant sont effectués par l'agent du Syndicat des Fabricants de Pont l'Evêque et de Livarot (S.F.P.L.), agréé et commissionné par le Service de la Répression des Fraudes et du Contrôle de la Qualité.

L'échantillon destiné à l'analyse chimique doit être d'un poids le plus proche possible du poids moyen de 10 fromages.

Cet agent a libre accès à tous les locaux où s'effectuent la fabrication, l'affinage, l'entreposage et la commercialisation des fromages pouvant bénéficier de l'appellation d'origine.

Tous documents se rapportant à la fabrication et au commerce de ces fromages doivent être tenus à la disposition du Président de la Commission de contrôle ou de son délégué.

Article 5 : Contrôle de la qualité

- Fréquence des contrôles :

Les fabricants sont l'objet d'un contrôle au moins tous les deux mois et des échantillons représentatifs des lots contrôlés sont prélevés par l'agent de contrôle.

A chaque contrôle, il est prélevé au moins deux échantillons destinés à l'analyse chimique effectuée par le Laboratoire Interprofessionnel Laitier du Calvados et au contrôle organoleptique effectué par le Collège d'Experts.

- Période de dégustation :
Les fromages sont soumis à l'examen du Collège d'Experts entre le 35ème et le 50ème jour après leur fabrication. Ils sont conservés, s'il y a lieu avant la dégustation, à la température de 8° C.

- Barême de classement-cotation :
Le classement est établi en tenant compte des critèes de qualité et de cotation ci-joints.

- Contestation des résultats :
Des échantillons sont conservés pendant 10 jours à une température de 8° C après leur examen par le Collège d'Experts, comme témoins en cas de contestation.

CHAPITRES	MAXIMUM	MINIMUM REQUIS	QUALITES	DEFAUTS
FORME	3	2	Faces planes et parallèles. Talon droit ou légèrement bombé.	Faces non parallèles, bombées ou concaves. Talon très bombé.
ASPECT	5	3	Faces et talon uniformément colorés, de teinte orangée à rougeatre, légèrement ridés.	Faces et talon très ridés. Sillons très profonds. Peau fissurée. Moisissures anormales répandues. Cavités accentuées
PATE	7	4	Souple et élastique, non coulante, de couleur jaune uniforme dans la partie affinée.	Sèche, cassante, dure, collante, coulante. Très nombreux trous de fermentation. Moisissures internes.
GOUT	15	10	Franc, spécifique, ne rappelant pas celui d'autres fromages. (La note 10 correspond à un fromage sans qualité ou sans défaut).	Amer, trop salé, ammoniacal, putride, piquant, rance goût de savon...

BAREME DE CLASSEMENT A L'USAGE DES DEGUSTATEURS

NOTATIONS

Toute note dans un chapitre donné inférieure au minimum ci-dessus indiqué entraine la mention "NON CONFORME".

En outre, le TOTAL des notes classe les fromages selon l'échelle suivante :

- 19 et au-dessus	CONFORME
- moins de 19	NON CONFORME.

L'attention du fabricant sera spécialement attirée lorsque ses échantillons auront obtenu une note située entre 19 et 22.

Article 6 :

Les résultats des contrôles (analytiques et organoleptiques) sont adressés au professionnel intéressé par la Commission de contrôle dans les trois jours ouvrables qui suivent la dégustation.

Dans le cas où les fromages soumis au contrôle ne sont pas conformes, un avertissement sera adressé au fabricant. Le fabricant a la faculté de demander une contre analyse et une contre expertise. Il devra adresser sa demande par téléphone au secrétariat du Syndicat dans les 48 heures suivant la réception de la lettre lui notifiant les résultats du contrôle.

Dans le cas où deux avertissement successifs dans le délai de six mois, révèlent des fromages non conformes aux caractéristiques définies, la Commission de Contrôle peut notifier une suspension, pendant un mois de l'usage de l'appellation d'origine.

Article 7 : Modalités de déclassement

Les fromages déclassés ne pourront être vendus que sous une dénomination ne prêtant à aucune confusion avec l'appellation Livarot.

Article 8 :

La comptabilité matière de l'entreprise doit faire apparaître journellement les quantités de lait utilisées

à la fabrication des Livarots, les quantités de Livarots fabriqués, les quantités de fromages déclassés.

Les résultats des contrôles opérés par la Commission de contrôle doivent être consignés sur le registre. Le registre doit être conservé pendant cinq ans.

En fin d'année, les données annuelles sont établies par le Syndicat des Fabricants de Pont l'Evêque et de Livarot, avant le 31 Janvier, pour être adressés à l'organisme Interprofessionnel agréé par le Comité National des Appellations d'Origine des Fromages (C.N. A.D.F.), pour lui permettre d'adresser au dit Comité, le rapport prévu à l'article 4 du décret du 17 Décembre 1975.

Article 9 :

Chaque étiquette des fromages mis en vente sous l'appellation d'origine Livarot doit porter le nom de l'appellation d'origine en caractères de dimensions au moins égales au deux tiers de celles des caractères les plus grands figurants sur l'étiquette.

II. - COMMERCIALISATION ET CONSOMMATION

En 1877, le Livarot représentait le fromage le plus produit en Normandie ; 4 500 000 pièces pour 2 000 000 de pièces de Camembert.

En 1973, la production de Livarot apparaît "négligeable" par rapport à celle du Camembert : 2 270 000 pièces dont près de la moitié en petits Livarots, pour 183 000 000 de Camemberts.

Ces dernières années, on note contrairement au Pont-l'Evêque, une augmentation du chiffre de la production au profit des grands Livarots : 530 tonnes en 1975 puis 580 tonnes en 1979 (S.V.C.N. 1981).

	1975	1979
grands	500 000	650 000
3/4	190 000	150 000
1/2	940 000	1 000 000
1/4	950 000	160 000
Total	1 880 000	1 960 000
Poids	530 T	580 T

Les Livarots ne sont pas commercialisés à l'étranger. Leur région de distribution est représentée par l'Ouest de la France et la région parisienne. Les crémeries traditionnelles ne constituent pas l'exclusivité des points de vente ; les grandes surfaces tentent, actuellement, de commercialiser le Livarot.

QUATRIEME PARTIE

INCIDENTS ET DEFAUTS DE FABRICATION

L'étude des incidents et des défauts de fabrication présente pour le fromager comme pour le producteur laitier un intérêt économique primordial.

Sur le plan scientifique, une classification rationnelle de ces divers accidents n'est pas toujours aisée ; une première classification pourrait être envisagée selon le moment où se produit l'accident (accident de caillage, de moulage, accident d'affinage...) ; une seconde selon l'origine du défaut (exagération d'un phénomène normal, installation d'une flore anormale, disparition d'une flore normale...).

Bien que cela paraisse logique au départ, la séparation est souvent difficile car le développement d'un germe microbien anormal peut être dû au milieu qui le reçoit et, s'il s'y développe, c'est parce que le support est lui-même anormal ; il y a donc eu un défaut technologique au départ (25).

Compte tenu de l'interdépendance des différents phénomènes responsables de ces accidents et des barêmes adoptés par la Commission de contrôle, nous envisagerons une autre classification : nous étudierons successivement les défauts de forme et d'aspect puis de texture et enfin de goût.

La plupart de ces défauts sont d'origine microbiologique. Aussi, insisterons-nous dès maintenant, sur la qualité du lait fourni au fromager (7) (9).

Rappelons qu'un lait apte à la fromagerie doit être propre à la consommation (décret du 25.03.1924 et décret du 4.01.1971), c'est à dire qu'il ne doit pas :

- provenir d'animaux atteints de brucellose ou de tuberculose ;
- être coloré, malpropre et malodorant ;
- provenir de femelles mal nourries et surmenées ;
- contenir du collostrum, des antiseptiques ou des antibiotiques ;
- contenir moins de 28 grammes de matière protéique par litre ;
- contenir un taux de cellules anormalement élevé.

De plus, sur le plan technologique, le lait doit également être capable de subir la pasteurisation et apte à subir la fermentation lactique et la coagulation présure.

I. - DEFAUTS DE FORME ET D'ASPECT

A - Défauts de couleur

Ils représentent, actuellement avec les gonflements, les altérations les plus fréquemment rencontrées lors de la fabrication du Livarot. Ils sont dûs, pour la plupart, à des contaminations d'origine fongique.

1). Défauts fongiques

a) Couverture insuffisante : (9)

Ce défaut se traduit, au départ, par un feutrage mycellien peu abondant puis, par une coloration faible du fromage, bien que cette dernière soit améliorée par l'utilisation du Rocou. En outre, l'insuffisance du développement du Geotrichum Candidum peut permettre l'installation d'autres moisissures indésirables.

Bien que l'on utilise toujours du lait cru, la flore naturelle de surface de ces fromages est parfois insufffisante car le lait en est dépourvu.

Pour prévenir l'apparition de cette anomalie, on ajoute à la fois dans le lait et également en surface du fromage par vaporisation ou par addition aux eaux de lavage, une culture de ferments sélectionnés (flore lactique, Géotrichum candidum, ferments du rouge) dont on favorise un rapide développement en maintenant une température de 28° C après le démoulage et en retardant le salage.

b) Poil de chat : (9) (22) (40) (4)

Les fromages sont envahis par une moisissure blanche ou grisâtre assez haute (pouvant atteindre plusieurs centimètres) et formant des touffes ressemblant à des poils, d'où son nom de poil de chat. Ses hyphes, les sporangiophores se terminent par des boules noires, les sporanges, visibles à l'oeil nu. Si elles ne sont pas éliminées par les lavages, ces moisissures sont écrasées lors de l'emballage et forment des traces noirâtres à la surface du Livarot.

Généralement, il n'y a pas d'autre conséquence que ce défaut de présentation : tout au plus a-t-on pu noter quelquefois un goût amer et désagréable du fromage.

Plusieurs moisissures appartenant à l'ordre des Mucorales ont été identifiées : Mucor.racemosus, Mucor plombeus (= spinosus), Mucor globosus, Mucor hiémalis, Mucor fuscus, Mucor mucédo et parfois Rhisopus stolonifer (= nigricans).

Les mucors exigent une humidité élevée pour se développer : apportée par l'air, l'eau, les emballages et les vêtements, ils proviennent de substances organiques en décomposition. Les sporanges se brisent très facilement et libèrent des milliers de spores rapidement disséminées par l'air.

Il faut que les spores soient en contact avec le milieu nutritif, le fromage ; il y a donc risque très limité quand le fromage est déjà couvert par sa flore. Il est, par conséquent, nécessaire d'activer cette dernière.

Il est donc indispensalbe d'entreprendre la lutte contre ces poils de chat dès l'apparition de quelques touffes isolées. Pour cela, il faut laver les fromages avec une saumure légère ou à l'eau pure et éliminer ces eaux hors des hâloirs. Ensuite, il faut soigneusement désinfecter et nettoyer les murs et les sols des salles de fabrication : des solutions d'iode contenant 0,5 % d'iode libre ou de solutions de chlore à 0,05 % de chlore libre donnent de bons résultats pour la désinfection des parois. Mais comme les eaux de condensation jouent un rôle important lors de la dissémination des spores, il faut assurer une ventilation correcte des salles. Enfin les locaux sont ensemencés avec des ferments sélectionnés.

En ce qui concerne la technologie fromagère proprement dite, il faut favoriser une acidification correcte du fromage qui permet un égouttage rapide. Pour cela on ensemence massivement le lait avec des ferments sélectionnés, puis on retarde le salage pour favoriser le développement abondant du Géotrichum candidum. En aucun cas il ne faut frotter ou brosser les fromages contaminés, ni se servir d'un aspirateur pour enlever les Mucors ; c'est le meilleur moyen d'assurer leur dissémination dans l'environnement.

c) Accidents dûs aux Penicillium colorés : (9) (11) (23) (43) (9) (40)

Sous cette appellation, on regroupe un certain nombre d'accidents dûs à des moisissures du genre Penicillium.

Cet accident se manifeste par l'apparition sur les fromages de colonies mycelliennes colorées en bleu, vert, violet, jaune-verdâtre selon le type de la moisissure responsable. Ce sont soit des petites colonies localisées, soit des tâches beaucoup plus grandes.

Ces Panicilliums proviennent de la terre et des matières organiques en décomposition ; leur conidies sont sèches, facilement disséminées par l'air mais aussi apportées par le lait, l'eau, les emballages et les vêtements.

Les principaux Penicillium provoquant des accidents sont :

- Penicillium Camemberti (= P. Album) de couleur bleu pastel puis grisâtre. Cette moisssure est à l'origine de la fabrication du Camembert par Marie Harel dans sa ferme de Camembert, en 1791. Progressivement remplacé par Pénicillium caseicolum, dans la fabrication du Camembert, il a été retrouvé accidentellement sur des Livarots en 1967 à Vimoutiers (à quelques kilomètres de Camembert).

- Penicillium Roqueforti. De couleur verte et d'aspect velouté, c'est le "bleu" des fromagers, bien que parfois ses méfaits aient pour cause d'autres Penicillium. Le développement de ce Pénicillium a lieu dans les trous de moulage et de fermentation alors qu'il n'y en a pas de trace en surface. A l'origine de cette contamination, on a souvent retrouvé les ensilages en particulier le maïs. Pour éviter cette contamination, on peut éliminer les laits contaminés et surtout empêcher la formation des trous de moulage et de fermentation en favorisant une bonne fermentation lactique.

- Penicillium casei : très voisin du Penicillium Roqueforti.

- Penicillium cyclopium : de couleur vert-de-gris, tandis qu'une de ses variétés, Pénicillium aurantio-virens (= P. brunéo violacerum) gris vert bleuté foncé, secrète un pigment marron exalté en présence de fer.

- Pénicillium caseicolum (= P. candidum) blanc laineux, il est indésirable sur les fromages à pâte lavée. Ceci souligne la grande difficulté que l'on a à fabriquer, dans la même fromagerie, les croûtes lavées et les croûtes fleuries.

- Pénicillium oxalicum : il produit des colonies bleues.

De très nombreux autres Pénicillium peuvent être à l'origine de défauts de couleur.

Comme pour toutes les infections de surface, en présence de Pénicillium, on favorise au maximum, le développement de la flore de surface qui, si elle croit vite et bien, est la meilleure protection et la véritable défense contre toute invasion de moisissures indésirables. Il faut donc ensemencer massivement et retarder le salage.

d) Autres défauts fongiques : (27) (9) (26)

- Cladiosporum herbarum :
encore appelée Hormodendron, cette moisissure de couleur vert-brun ne pousse qu'en milieu faiblement acide, neutre ou alcalin d'où son apparition tardive. On la combat en favorisant une bonne acidification du fromage qui permet un développement abondant de la flore de surface.

- Scopulariopsis fusca :
se rencontre parfois sur les fromages affinés, elle est responsable de la formation de tâches sèches, farineuses, brun chocolat à mauve violet. Elle ne pousse pas en milieu acide. Une bonne acidification empêche donc son développement. Elle est habituellement apportée par les papiers, les boîtes et les cageots d'emballage. On comprend dès lors que les locaux de stockage sont particulièrement surveillés et régulièrement traités au formol et que les emballages s'effectuent dans des locaux séparés des salles de fabrication.

Poilution des parois : + + + = présence constante de cette espèce dans tous les prélèvements effectués

+ + = présence dans plus de la moitié des prélèvements

+ = présence dans au moins un des prélèvements

Champignons	fabrication			saloir			cave		divers		
	plafond	murs	carrelage	plafond	murs	regard égout	mur	toile d'araignée	(1)	(2)	(3)
espèces à myxospores											
Mucor racemosus f. sphaerosporus	—	+ + +	+ + +	—	—	+ +	+	+	—	—	—
autres Mucorales	—	+ + +	+ +	—	—	+	—	—	—	+	+ + +
Geotrichum	—	—	+ + +	+	+	+	—	—	—	—	+ + +
Peyronellaea	+	+ +	+ + +	+	+ +	+ + +	+	+ +	—	+	+ +
Fusarium solani	+ + +	+	+ +	+ + +	+ +	+	+ +	+ +	—	+	+
espèces à xérospores											
Penicillium divers	—	—	—	—	—	—	+ + +	+ +	—	—	—
Cladosporium	+ +	+ + +	+ +	+ + +	+ +	+ + +	+ + +	—	—	+ + +	—
Aspergillus divers	—	—	—	+	—	—	—	+ +	+ + +	—	—
autres	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
Penicillium caseicolum	—	—	—	—	+	+	—	—	—	—	—

(1) Laine de verre isolant un tuyau.

(2) Grattage du toit.

(3) Eaux résiduaires.

(MOREAU - 1976)

Les accidents bien que fréquents, n'ont pas pour le Livarot la même importance que pour les fromages à croûte fleurie. Les lavages, en éliminant ces moisissures, permettent de pallier à ces inconvénients. Des règles technologiques simples, telles que une bonne acidification associée à un retard du salage permettent, le plus souvent d'empêcher, leur apparition.

2). Défauts bactériens

a) Rhodotorulas :

Assez fréquente, cette bactérie provoque la formation de tâches rouges ; si l'envahissement est uniforme et couvre l'ensemble du fromage, ce défaut passe facilement inaperçu car cette couleur rouge diffère peu de celle donnée par Braevi bactérium linens et Braevi bactérium erythrogènes. Cette bactérie n'est donc gênante que lorsqu'elle est localisée.

b) Serratia marcescens :

Encore appelée Bactérium prodigiosum, cette bactérie est à l'origine de tâches rougeatres. Ce défaut se trouve partiellement masqué si le fromage est traité au Rocou. Néanmoins, des désinfections s'imposent.

c) Pseudomonas fluorescens :

Apporté généralement par l'eau et parfois par le lait, ce germe est à l'origine de tâches jaune-verdâtres. On veillera donc particulièrement à la qualité bactériologique de l'eau utilisée dans la fromagerie, pour le lavage de la croûte et le rinçage des appareils et du matériel.

Là encore, comme pour les autres tâches, les désinfections régulières et correctement réalisées sont efficaces pour prévenir le développement de ces microorganismes mais une excellente couverture par les ferments de surface est le meilleur moyen de s'opposer à leur croissance. Un ensemencement massif par des ferments lactiques sélectionnés est tout indiqué.

3). Défauts d'origine chimique

a) Tâches superficielles : (9)

L'affinage du Livarot libère des composés phénoliques ; or, le fer réagit avec les phénols en donnant des colorations marron-violacées qui accentuent la couleur naturelle des sels de fer non combinés. C'est ce qui se produit lorsque l'on a du fer en excès, par exemple, lors de l'emploi de moules en fer désétamés ou de matériel rouillé. Ces colorations sont nettement renforcées si l'on a une pousse anormale de certains Penicillium qui synthétisent des phénols (en particulier Penicillium aurantio-virens et Penicillium funiculosum). Il est actuellement aisé de ne pas introduire de fer dans le lait par l'emploi de matériaux appropriés et en bon état, c'est à dire les aciers inoxydables, verre, etc...

b) Pâtes colorées : (29)

Certains fromagers, pour lutter contre les gonflements provoqués par Clostridium thyrobutyricum, ont parfois ajouté du salepêtre (nitrate de potassium) au lait bien que cela ne soit pas autorisé. Dans le processus de l'affinage les nitrates sont réduits en nitrites qui ensuite peuvent se combiner aux amines pour former des nitrosamines qui colorent la pâte en rouge ou en rose.

B - Défauts divers

1). Face convexe (9)

Ce défaut est dû à un développement exagéré de germes producteurs de gaz. Ne pouvant se dégager, les gaz produits forment des trous faisant gonfler le fromage en rendant les faces convexes. En plus de ce défaut d'aspect, ces fermentations provoquées le plus souvent par des contaminations microbiennes apportent un mauvais goût au fromage.

2). Face concave

Cet accident est dû à un défaut d'égouttage. Lorsque les fromages peu égouttés sont placés dans une atmosphère relativement sèche, pour diminuer leur humidité, la perte d'eau provoque alors une diminution de volume. Si le tour du fromage est assez ferme pour ne pas se rétracter comme les faces, celles-ci deviennent concaves.

3). Face non lisse - Maladie de la graisse (7) (9) (25) (22)

Si la face du Livarot n'est jamais parfaitement lisse, elle ne doit pas être aussi trop ridée.

A l'origine de cet accident, deux causes sont à retenir :

a) un facteur mécanique représenté par l'empreinte des claies sur les fromages :

il faut dont éviter de placer sur les claies un fromage trop mou ou trop humide, dans la pâte de qui les éléments ou les fils de ces claies entrent facilement. On veille également à ne pas laisser séjourner trop longtemps les fromages, sans les retourner.

b) L'autre facteur est de nature fongique :

il est lié au développement exagéré du Géotrichum candidum qui devient rapidement exubérant. Cet accident se rencontre fréquemment sur les Livarots contaminés par des Pénicilliums colorés ou par des Mucors. Un retard exagéré du salage à la suite de ces contaminations favorise alors l'apparition de cet accident. Encore appelé "grosse peau", "peau de crapaud" ou "coulage sous croûte". La croûte du fromage est épaisse, très ridée, boursoufflée, elle se décolle facilement car les enzymes protéolytiques du Géotrichum solubilisent la pâte alors que le centre du fromage reste plâtreux. Un salage convenable évite la prolifération trop abondante de cette moisissure.

4). Thyroglyphes (9)

Ce sont des acariens consommateurs des moisissures de surface. S'ils sont recherchés dans la technologie de certains fromages (en particulier de Hollande), ils sont considérés comme nuisibles lors de la fabrication des pâtes molles. Il serait facile de s'en débarrasser avec des insecticides. Leur emploi est heureusement interdit en fromagerie !

II. - DEFAUTS DE TEXTURE

A - Les gonflements

Jusqu'à ces dernières années, les accidents de gonflement étaient des accidents précoces dûs à la présence d'inhibiteurs de la fermentation lactique, en particulier d'antibiotiques. Actuellement, ces accidents tendent à diminuer, et on assiste à une augmentation des accidents de gonflement tardif lié à l'utilisation des ensilages dans l'alimentation des vaches laitières.

1). Les gonflements précoces

a) Les antibiotiques : (34) (9) (25) (22) (47) (21)
- Origine de la contamination :

C'est, bien évidemment, le traitement des mammites des vaches laitières qui est la principale cause de la présence des antibiotiques dans le lait. Les antibiotiques injectés par voie galactophore passent en partie de la mamelle vers la circulation générale ; une autre proportion, dont la quantité exacte est difficile à prévoir, est éjectée avec le lait (30 à 80 % de la quantité introduite). D'autre part, la persistance de l'antibiotique dans la mamelle est fonction de la quantité d'antibiotiques injectée, mais aussi de la forme médicamenteuse : elle est plus longue pour les formes huileuses ou retard (6 à 9 jours pour certaines préparations).

La deuxième source de la présence d'antibiotiques dans le lait est liée à l'élimination par la mamelle des antibiotiques utilisés par les voies parentérales.

Une dernière cause enfin est d'origine frauduleuse : c'est l'introduction volontaire d'antibiotiques dans le lait cru afin d'améliorer sa qualité bactériologique.

- Conséquences technologiques :

La présence d'antibiotiques dans le lait modifie profondément l'équilibre des flores microbiennes. Si le caillage par la présure se fait normalement, les germes lactiques sensibles à l'antibiotique sont inhibés. L'égouttage qui a besoin de la fermentation lactique pour se réaliser, s'effectue très mal, le caillé se rétracte peu, s'égoutte difficilement, reste volumineux, visqueux, mou, gorgé de lactosérum. Les coliformes non inhibés par l'antibiotique, (en particulier les pénicillines) restent alors maitres du terrain qui leur offre d'excellentes conditions de milieu et de température. Ils pullulent abondamment en décomposant le lactose et l'acide lactique avec production importante de gaz carbonique qui fait gonfler la pâte et provoque la formation de multiples trous. Enfin, comme le caillé reste neutre, il est rapidement envahi par des germes putrides.

Il y a donc deux aspects de l'accident :

- un défaut d'égouttage d'autant plus prononcé que la teneur en antibiotiques est élevée ;
- la formation de trous, fonction de l'ensemencement initial du lait en coliformes et de la nature de l'antibiotique.

Après 30 ans d'utilisation des antibiotiques, une sélection progressive des ferments lactiques s'est faite ; les accidents commencent à se produire avec des taux de 150 UI par litre.

- Moyens de lutte :

. Détection des antibiotiques :

La présence d'antibiotique dans le lait est actuellement recherchée, chez le producteur, par des

prélèvements inopinés. Leur détection s'effectue principalement par trois méthodes :

1. La méthode de Galesloot et Hasling : des disques imbibés des laits à tester sont disposés sur une gélose nutritive ensemencée par Bacillus stéarothermophilus. Incubation 2 h 30 à 55° C. Tout disque entouré d'un halo d'inhibition indique que le lait qui l'imprègne contient un antibiotique. Cette méthode est très sensible, mais aux seuls antibiotiques.

2. La méthode aux ferments lactiques thermophiles spéciaux à caillage rapide : 10 ml de lait suspect est additionné à 2 ml de ferment et à 1 ml d'un indicateur, le bleu de méthylène pour "réductase" par exemple, bain-marie à 44° C. S'il n'y a pas de décoloration en 30 minutes, le lait suspect contient alors un antibiotique.

3. Le lyotest : à environ 2 ml de lait pasteurisé (10 mn à 80° ou 5 minutes à 85°), ajouter un carré de papier Lyotest. Incuber à 42° C. Faire un témoin avec un lait reconnu sans inhibiteur. Dès que le papier de ce témoin à viré au rose, les laits dont le papier est resté incolore contiennent un antibiotique ou un antiseptique ou des restes de produits de nettoyage.

. Prophylaxie des mammites :

Elle est régulièrement effectuée dans les laiteries par l'appréciation de la qualité bactériologique du lait : comptage cellulaire et dénombrement microbien. Ces méthodes permettent la détection des mammites cliniques et surtout des mammites subcliniques ou chroniques.

Elles permettent la mise en oeuvre des moyens de lutte classique contre les mammites : hygiène de la traite, réglage des machines à traire, élimination des porteurs choniques, tarissement correct des femelles

laitières et vaccination des animaux contre les principaux germes rencontrés. Une mesure incitatrice pourrait être le paiement du lait à la qualité. Les différents contrôles sont effectués dans le Pays d'Auge, par le Laboratoire Interprofessionnel de Lisieux.

. Emploi des antibiotiques :

Bien que l'utilisation des antibiotiques soit devenue banale et quotidienne dans l'élevage, les conséquences de cet acte thérapeutique ne doivent être ignorées de personne, en particulier des éleveurs. Ce rôle d'information est celui du vétérinaire praticien qui reste soucieux du respect de la loi sur la pharmacie et de la bonne utilisation des antibiotiques ainsi que de l'observation des délais d'attente fournis par les différents laboratoires. Pour les préparations galactophores, l'adjonction des colorants ou traceurs (obligatoire pour les préparations contenant des pénicillines) devrait être généralisée à tous les antibiotiques d'emploi pratique, ils permettent le respect du délai d'attente et évitent des erreurs de manipulation.

Actuellement les laits contenant des antbiotiques ne sont plus collectés par les laiteries.

Toutes ces mesures ont permis une diminution considérable de la fréquence des antibiotiques dans les laits fournis aux usines : de 4 à 6 % en 1970, on est arrivé à 0,3 % en 1978.

b) Les antiseptiques - Produits de nettoyage : (9)

Il arrive qu'un mauvais rinçage des récipients, des machines à traire ou de tout le circuit du lait dans la fromagerie contamine le lait avec des résidus d'antiseptiques ou de produits de nettoyage. Il peut en résulter une mauvaise acidification lactique.

En présence de gonflements, il faudra procéder à la recherche d'antibiotiques et pratiquer obligatoirement, en plus, un Lyotest. Si la recherche d'antibiotiques est négative et le Lyotest positif, la contamination est alors dûe à des antiseptiques. Ces derniers

peuvent avoir une origine frauduleuse en vue de l'amélioration de la qualité bactériologique des laits.

c) Les bactériophages : (7) (9)

Il s'agit de microorganismes parasites des bactéries lactiques provoquant leur destruction par lyse. Très spécifiques, ils n'attaquent parfois qu'une souche dans la même espèce. L'ensemencement naturel des laits étant très important, ils ne semblent pas poser de problème dans la fabrication du Livarot ; il est, de toute façon, facile d'y remédier en multipliant les souches de ferments lactiques.

d) Les coliformes : ((7) (9) (18)

Les coliformes, en dehors de la présence d'antibiotiques, peuvent être responsables d'accidents (gonflement) lorsque ces germes sont en excès. Leur présence dans le lait est la conséquence d'un manque d'hygiène et de soins lors de la traite : elle traduit une contamination fécale du lait.

L'acidité ne leur étant pas favorable il faudra, pour éviter les gonflements, avoir une acidification rapide. En présence d'un excès de coliformes, on ajoute des levains lactiques pendant la phase de conservation car même si la température ne permet pas leur prolifération, ils occupent le terrain.

2). Gonflements tardifs : les ferments butyriques (18) (9) (25) (49) (5) (15) (19) (6) (50) (11) (17) (3) (22)

Les accidents de gonflements tardifs sont surtout bien connus lors de la fabrication des fromages à pâte ferme type Emmental. Mais depuis quelques années, ils posent de graves problèmes pour la fabrication des fromages à pâte molle en particulier pour le Livarot. L'augmentation de cet accident est lié à l'emploi des ensilages dans l'alimentation des vaches laitières.

a) Description de l'accident :
La formation du caillé est normale.

Cet accident n'apparait qu'au cours de la maturation

du fromage. La croûte se soulève, prend un aspect bombé, si à l'aide d'une aiguille, on perce la croûte et si l'on approche une allumette, les gaz qui s'échappent s'enflamment immédiatement. A la coupe, on remarque alors une vaste cavité décollant la croûte de la pâte.

Ces gonflements sont dûs à la présence de ferments butyriques, en particulier Clostridum tyrobutyricum et, à un degré moindre, Clostridium butyricum.

b) Clostridium tyrobutyricum et butyricum :
Ce sont des germes anaérobies stricts présents à l'état normal dans l'environnement et qui se développent assez rapidement en présence de chaleur. Ils fermentent le glucose et les lactates mais ne fermentent pas le lactose et l'amidon. Un pH assez bas inhibe leur croissance. Ils peuvent sporuler ; leurs spores sont très résistantes à l'oxygène, à la chaleur et aux divers antiseptiques ; ce sont les spores qui sont les agents de contamination des ensilages.

Les spores sont présentes sur l'herbe et dans la terre (environ 10 spores par gramme) ; elles ne germent que lorsque les conditions de milieu sont favorables : humidité, pH légèrement acide, glucose libre, température élevée et anaérobiose. Ces conditions se trouvent parfaitement remplies dans les ensilages mal faits. Il suffit alors que l'herbe soit souillée par la terre pour que se développe rapidement Clostridium tyrobutyricum. Après s'être multiplié lorsque le pH descend et le glucose s'épuise, il y a sporulation, et on peut alors trouver plusieurs millions de spores par gramme au lieu de 10 à 100 dans un foin ou un bon ensilage. Lorsque les clostridies se développent dans la masse du fromage, elles produisent un mélange d'acide acétique et d'acide butyrique avec dégagement de gaz : hydrogène et gaz carbonique.

c) Contamination des laits et des fromages :
Lorsqu'un ensilage contaminé est ingéré par un bovin, les spores traversent sans dommage le tube digestif ; on trouve dans les bouses de 10^5 à 10^7 spores par gramme au lieu de 200 à 300 spores chez

les animaux nourris avec du foin, de la betterave ou des ensilages de bonne qualité.

C'est par l'intermédiaire de la mamelle souillée par les fécès ou les ensilages et par les poussières atmosphériques que s'effectue la contamination du lait au moment de la traite, et non pas par la voie endogène. On estime qu'un lait est correct quand il contient moins de 200 spores de clostridies par litre de lait. S'il est facile d'atteindre ce chiffre lorsque les fécès contiennent moins de 1000 spores par gramme (il faudrait alors 20 grammes de selle pour 100 litres de lait), cela paraît impossible à éviter avec des fècès contenant 10^7 spores par gramme (il ne faudrait alors pas plus de 2 milligrammes de selles pour 100 litres de lait). La prophylaxie de cet accident devra donc reposer sur une bonne préparation des ensilages.

Les spores ne se multiplient pas dans un lait normal, et se retrouvent en grande partie dans le caillé qui servira à la fabrication du Livarot. Les conditions physio-chimiques qui règnent dans la pâte du fromage jouent surtout un rôle lorsque la contamination du lait n'est pas trop importante. Une bonne acidification du caillé (pH 5,4 en 24 heures) et un bon égouttage permettent de limiter la germination de ces spores.

d) Prophylaxie :

La meilleure solution serait de ne pas utiliser d'ensilage pour la nourriture des vaches laitières comme cela se fait dans certaines régions fromagères ; elle apparait difficile à réaliser dans les troupeaux actuels.

- A la ferme :

. Préparation des ensilages :

La réalisation d'ensilages de bonne qualité apparait comme la mesure la plus importante. Un bon ensilage doit tout d'abord avoir un taux de matière sèche important (minimum 40 %), le silo doit être parfaitement étanche, le tassement doit être soigneusement effectué et on doit, du même coup, éviter de souiller le silo avec la terre transportée au niveau des roues des

tracteurs. Un facteur important dans la limitation du développement des clostridies est la diminution rapide du pH : pour se faire il faut que le remplissage du silo ne dépasse pas 48 heures ; il est souhaitable d'utiliser un conservateur soigneusement répandu dans la masse du fourrage tel l'acide formique ou mieux l'acide propionique. DESFLEURS conseille d'ensemencer fortement les ensilages avec des ferments lactiques d'ensilage tels Lactobacillus Braevis et Lactobacillus Plantorum.

.Hygiène des locaux et des aires de repos :

La contamination du lait se faisant par les souillures (poussières et fécès), il est indispensable de maintenir les animaux dans un bon état de propreté en particulier dans les stabulations libres. Les aires de repos seront vastes et paillées régulièrement, les aires de nourriture et de promenade nettoyées tous les jours.

. Hygiène de la traite :

La contamination du lait se faisant, avant tout, au moment de la traite, celle-ci se fera dans les meilleures conditions possibles : nettoyage soigneux de la mamelle avant la traite, élimination manuelle des premiers jets de lait, propreté du matériel. Ces simples mesures permettent de réduire de 90 % la contamination des laits.

- A la fromagerie :

. Triage des laits :

Le ramassage des laits à grande échelle pose le problème de la contamination possible de toute une citerne par la collecte d'un lait fortement ensemencé et provenant d'une seule exploitation. La provenance du lait sera donc soigneusement vérifiée.

. Sous tirage de la crème :

La crème obtenue par centrifugation ou obtenue par montée de la crème s'enrichit en clostridies sporulées car les spores s'agglutinent à la surface des globules gras. Le sous tirage de cette crème en vue d'une autre fabrication limite en partie la contamination du lait destiné à la fabrication des fromages.

. Bactofugation :

Ce procédé consiste à centrifuger le lait à environ 10 000 G. La bactofugeuse ou centrifugeuse se comporte comme un clarificateur et élimine tous les corps étrangers présents dans le lait : leucocytes, bactéries, spores et même cadavres microbiens. Les spores des germes butyriques en raison de leur poids relativement élevé par rapport aux autres agents microbiens sont facilement éliminés par le bactofuge. Malheureusement cette méthode est peu efficace à des températures de l'ordre de 30 à 35° C car les spores sont alors fixés sur les globules gras par une agglutinine thermo-sensible.

La bactofugation qui associe un procédé mécanique, la centrifugation, et un procédé thermique, la pasteurisation, n'est pas applicable à un fromage fabriqué au lait cru.

. Addition de substances inhibitrices :

- l'eau oxygénée :

l'addition d'eau oxygénée ne détruit pas les spores de clostridium mais rend le milieu impropre à leur développement en interdisant toute apparition de gonflements tardifs. Cette addition reste, à ce jour, interdite en France.

- La nisine :

C'est une substance à activité antibiotique élaborée par Streptococcus Lactis. Cet antibiotique non médical est un polypeptide thermostable actif contre les clostridies butyriques. Son utilisation est largement répandue dans la fabrication des fromages fondus et parait utilisable dans la fabrication du Livarot.

- Les nitrates :

Ils agissent par l'intermédiaire des nitrites formés au cours de la fabrication des fromages. Bien que très efficace, l'utilisation des nitrates est actuellement interdite car il existe un risque de formation de nitrosamines. Comme nous l'avons vu cette substance peut provoquer des défauts de couleur et de plus elle est considérée comme cancérigène par la F.A.O. qui préconise son remplacement par la nisine.

Il apparait qu'aucune de ces mesures, prise isolément, soit suffisante pour éliminer les gonflements tardifs. La bonne préparation des ensilages et l'hygiène à la ferme se révèlent être les mesures les plus efficaces.

B - Anomalies de texture de la pâte (9)

1). Pâte sèche

Ce défaut est dû à un égouttage trop forcé dont les causes sont nombreuses. Les principales sont une dose de présure trop forte, une fermentation lactique trop importante, mais surtout une température d'emprésurage trop élevée et une température du caillé ne baissant pas assez vite.

On peut y ajouter un travail mécanique trop poussé : découpage en grains trop fins, brassage trop long, retournements trop nombreux. Si les grains de caillé sont trop secs, on risque d'avoir une pâte granuleuse. De même une acidification lactique trop poussée donnera une pâte cassante.

2). Pâte coulante

C'est le phénomène inverse, la pâte n'est pas assez égouttée. Les principales causes sont une dose de présure insuffisante, une fermentation lactique qui se fait mal, (il y a lieu alors de rechercher la présence d'inhibiteurs) ou encore la température d'emprésurage peut être trop basse et celle de l'égouttage baisser trop rapidement.

Il est à noter que de très forts excès soit de présure, soit d'acidification lactique donnent, dans les deux cas, un caillé insuffisamment égoutté. Les fromages trop humides se tiennent mal : c'est à quoi s'opposaient les cinq laîches du Livarot. Les fromages insuffisamment égouttés sont riches en eau ce qui favorise le développement de germes indésirables (mucors, germes putrides ou Géotrichum candidum).

Enfin cette pâte peut être trop protéolysée et devenir collante ou visqueuse.

3). Trous de moulage et moisissures internes

Nous avons vu que par suite de fermentations anormales, la pâte peut être parsemée de trous, ou très fins ou plus gros, et généralement sphériques. Les trous de moulage eux sont de forme irrégulière. Ils se forment lorsque les grains de caillé sont trop gros, irréguliers ou ont une surface trop sèche, trop égouttée ce qui les empêchent de bien s'agglomérer. Ce défaut qui nuit à la présentation, a tendance à s'atténuer avec l'affinage car la solubilisation de la pâte la rend plus homogène.

Ces trous de moulage peuvent être contaminés par des ferments indésirables, en particulier Penicillium Roqueforti et Penicillium caseicolum ; ce dernier donnant un goût de champignon, de moisi, de cave humide.

III. - DEFAUTS DE GOUT

A - Trop salé - âcre (9)

Le Livarot est naturellement un fromage très salé avec 2,5 à 3 % de sel, alors qu'on admet généralement qu'au delà de 2,2 % le fromage est trop salé. Il faut cependant veiller à ne pas trop saler et à utiliser des cristaux assez gros afin que le sel pénètre bien à l'intérieur du fromage. De plus, l'affinage ne doit pas être trop poussé car il y a production abondante d'ammoniac et les sels ammoniacaux ont un goût qui accentue le phénomène.

L'âcreté est un goût qui résulte d'une interférence entre salé et amer, difficilement définissable.

B - Piquant - putride (9)

Une fermentation anormale peut conduire à des fromages qui ont un goût piquant. Ce n'est pas la sensation d'acidité que l'on trouve chez un fromage non affiné, Le goût piquant est plus agressif et désagréable.

Le développement des germes putrides donne un goût plus ou moins douceâtre, nuancé mais parfaitement désagréable. Ce défaut s'accompagne généralement de production de gaz et donc de trous dans la pâte.

Ces fermentations anormales ne se produisent que dans un milieu à pH élevé, c'est-à-dire, lorsqu'en fin d'égouttage, on a une pâte trop neutre par manque d'acidification. Le remède se trouve donc dans une bonne acidification lactique.

C - Amertume (9) (44)

Elle est fréquente et a des causes multiples le plus souvent associées.

1). Excès de sels amers

L'amertume peut être due à un excès de sels amers dans la pâte principalement de sels de calcium mais aussi de sels de magnésium.

Le chlorure de calcium est souvent ajouté au lait pour favoriser une meilleure coagulation présure, aussi faut-il d'abord s'assurer de l'utilité de cette adjonction, qui de toute façon doit être faible.

Une autre cause est l'obtention d'un caillé de type présure trop marqué soit que la dose soit trop forte, soit que la température d'emprésurage et de coagulation soit trop élevée. L'amertume est alors dûe à une insuffisance de déminéralisation. La fermentation lactique est trop faible et le caillé reste plus ou moins gorgé de lacto-sérum riche en

lactose. Après démoulage, ce lactose est transformé lentement par les ferments lactiques en acide lactique qui, peu consommée par la flore superficielle, est neutralisée par le para-phosphocaseinate de calcium de la pâte présure en donnant du lactate de calcium amer.

On veillera donc à n'utiliser que la dose minimum de présure et à avoir une bonne acidification lactique.

2). Protéolyse

Parmi tous les corps formés par protéolyse au cours de l'affinage, certains peuvent être amers. Les protéases proviennent du lait, de la présure, des ferments lactiques, également des moisissures et des levures.

a) La présure :

C'est la protéolyse qui suit la coagulation du lait qui est à l'origine du goût amer. La présure qui reste dans le fromage attaque et dégrade tous les protides présents très lentement en donnant des peptides amers. Le seuil de perception de cette amertume est lié à la quantité de présure résiduelle.

Il faut donc n'employer que la dose minimale de présure en tenant compte que c'est la fraction qui reste dans le fromage qui agit. Il faut surveiller essentiellement l'égouttage.

b) Les ferments lactiques :

Certaines souches de ferments lactiques donnent des peptides amers. Ces levains sont donc à éliminer de la fabrication du Livarot.

c) Autres microorganismes :

Le développement exagéré de certaines souches de moisissures et de levures peut donner des goûts amers. Enfin certaines bactéries nuisibles telles que les coliformes mais surtout les psychrotrophes qui sont abondants dans les laits réfrigérés à la ferme peuvent être responsables de l'amertume, parmi eux une mention doit être faite aux pseudomonas dont les protéases et les lipases sont très actives.

3). Lipolyse

On admet généralement que la lipolyse ne joue aucun rôle dans l'amertume, si elle ne peut pas être directement la cause de l'amertume, elle peut en accentuer le caractère.

Conclusion

Pour éviter l'amertume, il faut utiliser un lait de bonne qualité bactériologique, ne pas avoir un caillé trop présuré, insuffisamment déminéralisé, contenant trop de sels de calcium et de magnésium ; il faut assi maintenir la protéolyse dans les limites convenables en réduisant les quantités de présure résiduelle ; enfin il ne faut pas trop pousser la maturation. Le salage doit être correct, d'abord pour contrôler l'action des protéases, mais aussi par la suite pour contrecarrer le goût amer trop marqué.

D - Goût de savon, de rance : les psychrotrophes (18) (7) (25) (47) (16) (46) (39) (14) (17)

Les goûts suiffés sont dûs à des défauts de saponification, d'oxydation et de rancissement de la matière grasse. Il sont liés à la lipolyse qui peut être trop forte, car accentuée par une température trop élevée de l'affinage.

La lipase naturelle du lait est exaltée par les refroidissements et les réchauffements successifs ; c'est ce qui se produit pour les laits de citerne réfrigérés à la ferme.

De plus le froid affecte la membrane des globules de matière grasse, en provoquant des fissures qui libèrent cette matière grasse qui est sensible au phénomène d'oxydation ou de lipolyse par les lipases libérées par les germes psychrotrophes (Pseudomonas...). On comprend, dès lors, que ces goûts sont surtout la conséquence de l'emploi de laits réfrigérés.

1). Origine de la contamination

La généralisation du refroidissement des laits à la ferme a modifié l'ensemencement habituel du lait en favorisant le développement des germes dits psychrotrophes.

La majorité des bactéries psychrotrophes sont gram négatif, asporulées, aérobies en forme de bâtonnets. Les bactéries du genre pseudomonas sont de loin les plus fréquentes.: P. putréfaciens, P. fluorescens, P. fragi, P. viscosa... Viennent ensuite les bactéries du genre Acromobacter (A. butyri), Alscaligènes et Flavobactérium. Enfin, on trouve des entérobactéries psychrotrophes appartenant au genre Escherichia et Aerobacter.

Les psychrotrophes sont très répandus dans la nature ; ils appartiennent à la flore tellurique et surtout à la flore aquatique. Ainsi on les trouve dans les étables, dans les salles de traite, dans le fumier des stabulations, dans le fourrage et dans l'eau des puits. Le lait prélevé aseptiquement dans la mamelle ne contient généralement pas de germes psychrotrophes ; leur présence dans le lait résulte donc d'une contamination. Etant donné l'ubiquité des germes en cause, on peut pressentir que les sources de contamination sont nombreuses et variées. Le sol constitue un important réservoir naturel et la végétation qui le recouvre est également riche en germes psychrotrophes. Celle-ci peut représenter la moitié des germes totaux du fourrage, des foins et des grains. Les risques de contamination sont donc très importants lorsque la traite est réalisée manuellement ou lorsque la mamelle et les trayons sont préalablement mal lavés.

Cependant le matériel de laiterie, insuffisamment désinfecté, constitue la principale source de contamination en bactéries psychrotrophes ; installation de traite en mauvais état, manchon fissuré, rinçage à l'eau polluée sont les causes les plus fréquentes.

2). Condition de développement

A une température supérieure à 7° C, toute la flore du lait se développe, y compris les bactéries psychrotrophes.

Si la température du lait est supérieure à 15° C, le développement des psychrotrophes est inhibé par celui des bactéries mésophiles et le lait contient finalement une flore dominée par les ferments lactiques.

	Nombre de germes psychrotrophes par millilitre (incubation 10 j entre 3 et 5° C)	
	Avant réfrigération (dans les 3 h après la traite)	Après maintien 72 h entre 3 et 5° C
Ustensiles laitiers stériles		
1	0	400
2	7	104
3	14	3 400
4	28	11 000
5	70	7 000
6	204	5 600
Ustensiles laitiers non stériles		
7	580	4 640 000
8	1 340	1 500 000
9	1 500	7 300 000
10	9 600	29 000 000
11	12 700	1 400 000
12	6 400	14 700 000

EFFET DE LA REFRIGERATION SUR LA TENEUR EN BACTERIES PSYCHROTROPHES DU LAIT CRU

(d'après THOMAS, 1960)

Entre 7° C et 15° C, la flore lactique est ralentie, et la proportion des bactéries psychrotrophes est plus élevée.

A des températures inférieures à 7° C, seules les bactéries psychrotrophes se multiplient et peuvent, au bout de quelques jours représenter une fraction importante de la flore totale (30 à 50 % et parfois plus).

Parmi les facteurs qui déterminent l'importance du développement de la flore psychrotrophe des laits crus conservés au froid figurent notamment :

a) La contamination initiale mise en évidence par le tableau:
Pour une contamination inférieure à 500 germes psychrotropes par millilitre, on a toujours moins de 15 000 germes psychrotrophes par millilitre après 3 jours à 3 - 5° C.
Au delà de 500 germes par millilitre, la progression devient rapide.

b) La nature de la contamination initiale :
Les différentes espèces microbiennes ont des vitesses de multiplication très variables. Les Pseudomonas ont la croissance la plus rapide, et la majorité des accidents est dûe à leur présence.

c) La température et la vitesse de réfrigération :
Le refroidissement à 4° C en 2 heures suivi du maintien du lait à 4° C, comme le prévoient les normes françaises, permet d'éviter tout développement microbien, pendant 24 heures lorsque le lait est fortement pollué (plus de 200 000 germes par millilitre), pendant 48 heures lorsque le lait est peu pollué (50 000 à 200 000 germes par millilitre), durant 3 à 4 jours lorsque le lait est de bonne qualité bactériologique (moins de 50 000 germes par millilitre). Lorsque la température de stockage du lait atteint 4 à 6° C, on observe un développement notable de germes psychrotrophes ; et lorsque la température atteint 8 à 10° C, la multiplication devient alors considérable.

Cependant, pour le refroidissement, il faut tenir compte de la lipolyse qui résulte de l'action de la lipase naturelle du lait sur la matière grasse. Le phénomène est d'autant plus marqué que la température est basse et que la vitesse de refroidissement est plus rapide. Ainsi un abaissement de la température de 30 à 5° C en 10 secondes produit une lipolyse minimale, alors qu'un même refroidissement en 25 minutes provoque une lipolyse maximale, et un refroidissement en 2 heures, à nouveau une très faible lipolyse.

Aussi les modalités de refroidissement du lait cru doivent donc résulter d'un compromis entre les impératifs bactériologiques et les conditions physico-chimiques : il est toujours préférable de refroidir à 4° C en 2 heures un lait de bonne qualité bactériologique.

3). Activité biochimique

L'activité biochimique des germes psychrotrophes est intense : 90 % sont soit protéolytiques, soit lipolytiques ; 60 % ont les deux caractères. Cette activité lipolytique et protéolytique est à l'origine des mauvaises odeurs et saveurs constatées sur les laits refroidis de qualité bactériologique douteuse : goût de rance, de savon, de putride, d'amer et de fruité.

Ces goûts sont graves car ils ne disparaissent généralement pas lors du traitement ultérieur des laits crus.

Conclusion

Comme pour toutes les contaminations d'origine microbienne, la propreté du cheptel, l'hygiène de traite, et la qualité du nettoyage du matériel de laiterie restent les mesures préventives de lutte, contre les psychrotrophes, les plus efficaces. On peut considérer que pour un lait récolté dans de bonnes conditions d'hygiène, conservé pendant 48 heures à une température de 3 à 4° C, les germes psychrotrophes

n'agissent pas sur la qualité de conservation et ses qualités organoleptiques. Mais si la durée de conservation excède 48 heures ou si l'hygiène à la production est défectueuse, les défauts caractéristiques apparaitront : goût de rance, de savon, de putride, et se retrouveront dans le Livarot.

E - Goûts divers (9)

Enfin, on peut quelquefois noter un goût de champignon ou de moisi provoqué par la pousse à l'intérieur du fromage de Penicillium. Un développement exagéré des levures peut donner un goût levuré, généralement fugace. La matière grasse fixant aisément les odeurs, il faut veiller lors du transport et de la conservation, à ce que les fromages ne se trouvent pas à côté de marchandises odorantes.

CONCLUSION GENERALE

L'appellation d'origine Livarot garantit au consommateur les qualités organoleptiques du fromage. En revanche, elle oblige les producteurs à rester particulièrement vigilants et à s'efforcer de concilier les nouvelles techniques d'élevage dans le pays d'Auge et les traditions ancestrales de fabrication. La généralisation de l'emploi des ensilages et la multiplication des installations réfrigérées à la ferme constituent un avantage économique certain mais imposent une nouvelle adaptation de la technologie fromagère à partir du lait cru. Mal appliquées, ces nouvelles méthodes de production sont à l'origine de modifications profondes de l'équilibre physico-chimique et de la flore naturelle du lait qui se révèlent désastreuses pour la fabrication fromagère.

La fabrication du Livarot, jusque là empirique, nécessite maintenant de bonnes connaissances relatives à la microbiologie du fromage. Et ne perdons pas de vue que le respect des règles d'hygiène les plus élémentaires, tant à la ferme qu'à la fromagerie, demeure la qualité première d'une bonne production fromagère.

Vu : Le Professeur de l'Ecole Vétérinaire
rapporteur

Professeur EECKHOUTTE

Vu : Le Directeur de l'Ecole
Vétérinaire

Professeur R. LAUTIE

Vu : Le Président de la Thèse

Professeur BOURBON

VU ET PERMIS D'IMPRIMER
Toulouse, le 10 NOV. 19..
L'Administrateur provisoire de
L'Université Paul Sabatier

Professeur D. BANCEL

BIBLIOGRAPHIE

(1) ADDA (J.), DUMONT (J.P.) - Les substances responsables de l'arôme des fromages à pâte molle. Le lait, 1974, 54, n° 531, 1-22.

(2) ALAIS (Ch.) - Science du lait. Principe de techniques laitières. 608 p. Edition Sep, Paris, 1965.

(3) BERGERE (J.L.), GOUET (P.), HERMIER (J.), MOCQUOT (G.) - Les Clostridium du groupe butyrique dans les les produits laitiers. Ann. Inst. Pasteur - Lille, 1968, 19, 41-54.

(4) BRENET (M.), CENTELEGUE (J.L.), MILLIERE (J.B.), RAMET (J.P.), WEBER (F.) - Etude d'un accident en fromagerie de type "Camembert" causé par les mucorales. Le lait, 1972, 52, n° 513-514, 141-148.

(5) CARBILLET (L.) - Etude régionale des conditions de contamination des ensilages, des fécès et des laits par les germes responsables des accidents butyriques dans les fromages de Comté et d'Emmental. Mémoire IBANA, 1973.

(6) CARTEAU (M.), CORMIER (B.) - Influence de l'ensilage sur la qualité du lait et la fabrication fromagère. EDE du Morbihan, résultats de 1971-72, 1972-73, 1973-74.

(7) CORDONNIER (O.) - Le véritable Camembert de Normandie. Thèse Med. vet., Toulouse 1976.

(8) DESCHAMPS - Bulletin de la société des antiquaires de Normandie. 1940-1941, 48.

(9) DESFLEURS (M.) - Accidents et défauts des fromages à pâte molle. Remèdes à apporter, Société lacto labo, 1981.

(10) DESFLEURS (M.) - Contribution à la connaissance du genre Pénicillium, application à la fabrication de fromages à pâte molle et notamment

du Camembert. Thèse de doctorat de 3ème cycle, 10 Juin 1956, Fac. Sc. Caen.

(11) DESFLEURS (M.) - Le "Penicillium Camemberti" et les origines du Camembert. Le lait, 1968, 48, n° 478, 493-500.

(12) DUCRUET (P.), FLEURY (J.P.), GOUVERNON (B.), MAURON (M.) - Un nouveau procédé d'élimination des ferments butyriques du lait. La technique laitière, 1980, n° 940, 30.

(13) DUMONT (J.P.), ROGER (S.), ADDA (J.) - Etude des composés neutres volatils présents dans les fromages à pâte molle et à croûte lavée. Le Lait, 1974, 54, n° 531-532, 31-43.

(14) DURR (R.) - Le développement des bactéries psychrotrophes dans le lait cru réfrigéré dans les conditions des exploitations laitières françaises. Rev. lait. franç. 1974, 326, 913-916.

(15) FATET (P.), LITRAS (P.) - Les butyriques et l'hygiène de la traite, S.T.C.L.A., 1978.

(16) GROSCLAUDE (G.), AUCLAIR (J.) - Les applications du froid en laiterie, quelques aspects nouveaux. C.R. Acad. Agric. fr., 1976, 62, 9, 642-655.

(17) EECKHOUTTE (M.) - Principales règles d'hygiène dans les industries laitières. Rev. Med. Vet. 1974, 125, 1, 77-96.

(18) GIRAUDET (C.) - Etude et prophylaxie des accidents de fromagerie dûs à une contamination du lait à la ferme par des germes de souillure. Thèse Med. Vet. Toulouse, 1978.

(19) HENRY (A.) - Facteur influençant la contamination du lait par les spores butyriques. R.L.F. 350, 1977.

(20) HUREL (C.), MOCQUOT (G.) - Etude comparée des fromages de Livarot et de Pont-l'Evêque. Le lait, 1947, n° 263-264, 131-141.

(21) JACQUET (J.) - Les antibiotiques dans le lait et les produits laitiers. Economie et médecine animale, 1969, 10, n° 1, 12-37.

(22) JACQUET (J.) - Les maladies des fromages, simple curiosité ou branche véritable de la pathologie comparée. Revue de Pathologie Générale et de Physiologie clinique, 1962, 62, n° 742, 1007-1044.

(23) JACQUET (J.) - Sur les moyens de lutte contre l'accident du "bleu" en fromagerie de de pâte molle du type Camembert. Influence de milieu notamment du sel. C.R. Acad. Agric. Fr., 1957, 43, n° 3, 129- 131.

(24) JACQUET (J.) - Sur les moyens de lutte contre l'accident du "bleu" en fromagerie de pâte molle du type Camembert. Rôle des ferments. C.R. Acad. Sc., 1956, 243, 1568-1570.

(25) JACQUET (J.) - Quelques considérations sur les accidents de fromagerie. C. R. Acad. Agric. Fr., 1978, 64, n° 7, 563-570.

(26) JACQUET (J.), DESFLEURS (M.) - Cladosporium herbarum link. Agents d'accidents tardifs de "bleu" sur les fromages à pâte molle et spécialement le Camembert. Le lait, 1956, 36, n° 458, 485-497.

(27) JACQUET (J.), DESFLEURS (M.) - "Scopulariopsis brevicaulis Bainier" ou mieux "Scopulariopsis fusca Zach", agent de tâches violettes des fromages à pâte molle. Le lait, 1966, 46, n° 455-456, 241-253.

(28) JACQUET (J.), LENOIR (J.) - Mécanismes intimes de l'affinage des fromages. Econ. Med. Animale, 1960, 10, n° 1, 38-71.

(29) JACQUET (J.), SAINGT (O.) - Etude sur des fabrications accidentelles de Camemberts rouges. Le lait, 1952, 32, n° 313-314, 129-144.

(30) JACQUET (J.), THEVENOT (R.) - Le lait et le froid. 460 p. Edition J.B. Baillière et fils, Paris, 1961.

(31) JACQUET (J.), VILLETTE (O.), LETOURNEUR (G.) - Contribution à l'étude de la maturation des fromages normands à pâte molle. Acides organiques. C.R. Acad. Agric. Fr., 1959, 45, n° 17, 843-849.

(32) KUDZAL-SAVOIE (S.), KUDZAL (W.) - Dosage des acides gras libres volatils dans quelques types de fromages français. La technique laitière, 1971, 717, 11-14.

(33) KUDZAL-SAVOIE (S.), LOSI (G.), KUDZAL (W.), GOTO (K.) - Mise en évidence des acides benzoïque, phénylacétique et phénylpropionique dans les acides gras libres du Munster et du Livarot. La technique laitière, 1971, 724, 15-21.

(34) LEBARBE (E.) - Les antibiotiques dans le lait. Thèse Med. Vet. Toulouse, 1961.

(35) LEJEUNE (A.) - Fabrication et vente du fromage de Livarot. Le Pays d'Auge, 1970, n° 11, 25-27.

(36) LETELLIER (F.) - La présure : son mode d'action sur le lait, ses succédanés. Entreprise normande, 1969, n° 133, 25-27.

(37) MARUEJOULS (M.) - Principes Généraux de la fromagerie. Leur application aux techniques. Ed. Auteur, Aurillac, 1952.

(38) MAZE (P.) - Les microbes dans l'industrie fromagère. Ann. Inst. Pasteur, 1905, 19, 1-47.

(39) MOCQUOT (G.), AUCLAIR (J.) - Les bactéries psychrotrophes dans le lait conservé à basse température. Rev. Lait. franç. 1967, 239, 21-36.

(40) MOREAU (M.) - Pollution ambiante et accidents de fromagerie par moisissures des fromages à pâte molle. Industrie alimentaire et agricole, Novembre 1976, 1315-1329.

(41) MORIERE (M.J.) - De l'industrie fromagère dans le département du Calvados. Son importance en 1877. Edition F. Le Blanc - Hardel, Caen, 1877, 3-52.

(42) PLUVINAGE - Situation du contrôle laitier en France. C. R. Acad. Agric. Fr. 1977, 63, n° 3, 216-231.

(43) RAPER (K.B.), THOM (C.) - A manual of the Penicillia, 1 vol., 1968, Hafner Publ. Co.

(44) STADHOUDERS (J.) - Mécanisme de la formation de l'amertume dans le fromage. Revue lait. franç. 1979, 376, 9-20.

(45) STARK (W.), ADDA (J.) - Acides gras volatils du Livarot et du Pont l'Evêque. La technique laitière, 1972, 726, 15-17.

(46) VASSAL (L.), AUCLAIR (J.) - L'utilisation de lait réfrigéré en tanks de ferme pour la fabrication du fromage. Fabrication à pâte molle. Rev. lait. franç. 1970, 53, 1013-1018.

(47) VEISSEYRE (R.) - Technologie du lait, 714 p. Edition La Maison Rustique, Paris, 1975.

(48) VEISSEYRE (R.) - Technique laitière moderne. 560 p. Edition La Maison Rustique, Paris, 1957.

(49) VISO (M.) - Clostridium Tyrobutyricum. Vous connaissez ? La Semains Vétérinaire, 1980, n° 188, 8-9.

(50) WALKER (Y.) - La bactofugation. La technique laitière, 1973, n° 778, 15-19.

(51) DIVERS : -Notes du SVCN
-Activité agricole dans le Calvados, Ministère de l'Agriculture et du Développement rural. Direction départementale de l'Agriculture du Calvados. Service du Génie rural des Eaux et des Forêts. Octobre 1973.
-Entretien (M.) DESFLEURS.
-Notes fromagerie BISSON.
-Notes fromagerie GRAINDORGE.